# RID

RIVISTA ITALIANA DIFESA

## SPECIALE F-22

**ESCLUSIVO**
**IL SALONE DI SINGAPORE**

MENSILE - Nº4 APRILE 2018 - PREZZO € 6,50 Poste Italiane s.p.a. - Spediz. in Abb. Post. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, LO/BS

- LA NUOVA STRUTTURA COMMERCIALE DI LEONARDO
- LA LOI DE PROGRAMMATION MILITAIRE
- LA PISTOLA MITRAGLIATRICE BERETTA PMX
- GLI UUV SUBACQUEI
- STORIA: I RADAR RUSSI DELLA 2ª GUERRA MONDIALE

9 771122 760004 80004>
Prima immissione: 26.03.2018 (L.198/2016)

www.rid.it

MARINA Mmilitare

DLTM DISTRETTO LIGURE DELLE TECNOLOGIE MARINE

CONSORZIO TECNOMAR LIGURIA

BLUE HUB AZIENDA SPECIALE
Camera di Commercio Riviere di Liguria
Imperia La Spezia Savona

AIAD

E.I.E.A.D.

Liguria International GRUPPO Filse

ITA ITALIAN TRADE AGENCY
ICE - Agenzia per la promozione all'estero e l'internazionalizzazione delle imprese italiane

# SEAFUTURE
SEE INNOVATION
EXHIBITION & BUSINESS CONVENTION

6TH EDITION 2018

LA SPEZIA NAVY BASE
JUNE 19-20-21-22-23 2018

# DON'T MISS YOUR CHANCE AT SEAFUTURE 2018

THE HUB OF YOUR BUSINESS AT SEA

INFO
T +39 0187 728 275 • mail: info@seafuture.it • sales: seafuture@ediconsult.com

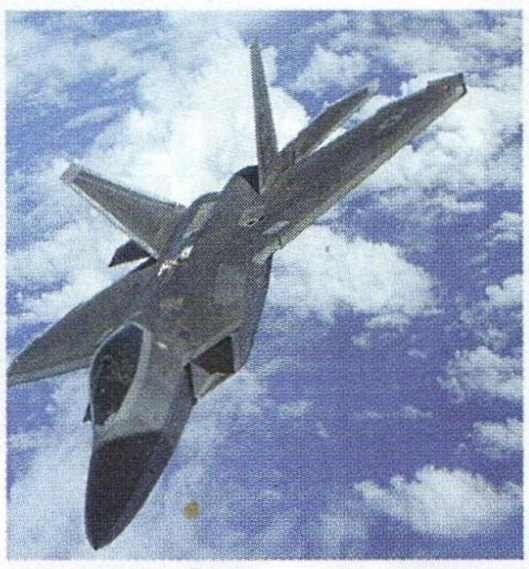
**www.seafuture.it**

UNDER THE PATRONAGE OF:

Città della Spezia
MEDAGLIA D'ARGENTO AL VALOR MILITARE

REGIONE LIGURIA

Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale



In copertina: un F-22 RAPTOR in manovra prima di effettuare il rifornimento in volo. (foto: USAF)


**Editore:** Giornalistica Riviera Soc. Coop.
Via Martiri della Liberazione, 79/3
16043 Chiavari (Genova) Italy
E-mail: rid@rid.it
Cod. Fisc. 03214840104 - P. IVA 00208820993
CCIAA Genova n. 326208
Pubblicazione mensile registrata al Tribunale di Chiavari il 28 Agosto 1982 con il n. 102
Edita dal Settembre 1982

**Direttore Generale:** Franco Lazzari (franco.lazzari@rid.it)

**Direttore Responsabile:** Pietro Batacchi (pietro.batacchi@rid.it)
**Capo Servizio:** Eugenio Po (eugenio.po@rid.it)

**Esteri:** Ezio Bonsignore
**Forze terrestri e navali:** Enrico Po
**Operazioni Speciali:** Pietro Batacchi

**Collaboratori:**
Massimo Annati, Claudio Bigatti, Mario Cecon, Giuseppe Ciampaglia, Sergio Coniglio, Giuliano Da Frè, Marco De Montis, Germano Dottori, Massimo Ferrari, Paolo Gianvanni, Virgilio Giusti, Jean-Pierre Husson, Leonardo Lanzara, Michael Mason, Ugo Mazza, David Meattini, Maurizio Mini, Giuseppe Modola, Andrea Mottola, Riccardo Nassigh, Michele Nones, Amedeo Solimano, Lorenzo Striuli, Paolo Valpolini.

**Ufficio Abbonamenti**
Loredana Debenedetti

**Servizio Pubblicità** (rid@rid.it)
Via Martiri Liberazione 79/3, Chiavari (GE)
Tel. 0039-0185-301598 - Fax 0039-0185-309063

**AMMINISTRAZIONE** (amministrazione@rid.it)
**REDAZIONE** (redazione@rid.it)
Via Martiri della Liberazione, 79/3
16043 Chiavari (Genova) - Telef. 0039-0185-308606/309171
Telefax 0039-0185-309063

**UFFICI PUBBLICITA' ALL'ESTERO:**

**Germania, Austria e resto del mondo:**
Mönch Verlagsgesellschaft mbH
Christine-Demmer-Str. 7, D-53474 Bad Neuenahr-Ahrweiller
Telephone: (+49-2641) 3703-0 - Telefax: (+49-2641) 3703-199

**Francia:**
Mr. Georges France
6, impasse de la Grande - F-91510 Janville-sur-Juine
Tel.: (+33-1) 60829888 - Telefax: (+33-1) 60829889

**Spagna/Portogallo:**
Mr. Antonio Terol Garcia
c/Miguel Angel 6 - 28010 Madrid
Tel.: (+34-91) 3102998 - Telefax: (+34-91) 3102454

**USA/Canada:**
Mrs. Helena Hoogterp
4125 Venetia Way - USA - Palm Beach Gardens, FL 33418
Tel.: (+1-203) 4458466 - Telefax: (+1-203) 4458406

**ABBONAMENTI ITALIA** (ordini@rid.it)
RID è in vendita sia in edicola che per abbonamento, 12 numeri all'anno.
Abbonamenti: annuale Euro 55,00
biennale Euro 104,00
(incluse spese di spedizione)
Spedire richiesta a: GIORNALISTICA RIVIERA S.C.
Via Martiri della Liberazione, 79/3 - 16043 Chiavari (Genova)
c.c.p. n. 16031163

**ABBONAMENTI ESTERO** (ordini@rid.it)
Annuale (12 numeri): Europa Euro 103,00, Resto del mondo Euro 130,00
Biennale (24 numeri): Europa Euro 190,00, Resto del mondo Euro 250,00
Pagamento tramite vaglia postale internazionale su
c/c n. 16031163 intestato a: GIORNALISTICA RIVIERA S.C.
Via Martiri della Liberazione 79/3 - 16043 Chiavari (Genova)

**Distribuzione esclusiva per l'Italia:**
Pieroni Distribuzione S.r.l. - Via C. Cazzaniga, 19 - 20132 Milano
Tel. 02 / 25.82.31.76 - Fax 02 / 25.82.33.24
Spediz. in Abb. Post. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1

**Stampa:** Tiber S.p.A.
Via della Volta, 179 - 25124 Brescia - Tel. 030 / 354.34.39

La Giornalistica Riviera S.C. beneficia, per questa testata, dei contributi di cui alla Legge n. 250/90 e successive modifiche ed integrazioni.

La Giornalistica Riviera S.C. per tramite dell'Associazione F.I.L.E. aderisce all'Istituto dell'Autodisciplina Pubblicitaria - IAP vincolandosi al rispetto del Codice di Autodisciplina della Comunicazione Commerciale e delle decisioni del Giurì e del Comitato di Controllo.



© Copyright GIORNALISTICA RIVIERA S.C.

Associato all'Unione Stampa Periodica Italiana

FEDERAZIONE ITALIANA LIBERI EDITORI



RIVISTA ITALIANA DIFESA

# RID

N°4
APRILE
2018


## SOMMARIO


**5**
**Editoriale**

**6**
**Lettere-Recensioni**

**9**
**Notiziario-Aree di crisi**

**22**
**Obiettivo Italia**
di Germano Dottori

**23**
**Servizi & Segreti**
di Michael Mason

**24**
**Singapore Air Show 2018**
di Pietro Batacchi

**32**
**La nuova struttura commerciale di Leonardo**
di Pietro Batacchi

**34**
**F-22: caccia assoluto (e incompreso)**
di Sergio Coniglio

**57**
**La pistola mitragliatrice Beretta PMX**
di Claudio Bigatti

**64**
**HORUSS, un nuovo sistema di ausilio alla guida dalla Podestà**
di Eugenio Po

**68**
**La nuova Legge di Programmazione Militare francese**
di Andrea Mottola

**72**
**Presente e futuro degli UUV**
di Marco Giulio Barone

**80**
**Nuova vita per il ponte galleggiante PFM**
di Paolo Valpolini

**82**
**Storia: I radar russi della Seconda Guerra Mondiale**
di Mauro Fiorini


## NEL PROSSIMO NUMERO: (in edicola dal 24 Aprile)

- REPORT: DIMDEX 2018
- LA SFIDA DEL KC-390
- REPORT: IWA 2018 A NORIMBERGA
- L'AERONAUTICA ALGERINA
- L'AGGIORNAMENTO DEI CARRI RUSSI
- STORIA: LA BATTAGLIA DEL VOLTURNO

# HIGH MOBILITY RANGE

## DEFENCE IN OUR DNA

**PROTEZIONE**

Cabina protetta con pannelli modulari compositi (add-on)

**POTENZA**

Nuove versioni equipaggiate con i motori più potenti

**DESIGN**

Conforme agli standard militari internazionali

**VERSATILITÀ**

Gamma completa di veicoli pesanti e trattori da 4x4 fino a 8x8

**PERFORMANCE**

CTIS, rampe longitudinali e laterali, guado fino a 1,5 m e cambio automatico

Con un'ampia gamma di veicoli multiruolo e protetti, autocarri logistici e tattici, sviluppati specificatamente per operare in condizioni estreme, Iveco Defence Vehicles vanta una tecnologia d'avanguardia nel campo della protezione e della sicurezza.

IVECO
DEFENCE VEHICLES

**PROTEZIONE E MOBILITÀ A 360°**

**Iveco Defence Vehicles - Via Volta, 6 - 39100 Bolzano, Italy - dvdbzcom@cnhind.com - www.ivecodefencevehicles.com**

# Reciprocità

*L'Europa della Difesa diventerà una realtà? Presto per dirlo, però almeno ci sta provando, per la prima volta nella sua storia. Se ne fa un gran discutere, ci si scanna, dietro i sorrisi e le foto ricordo, per difendere le posizioni nazionali, politiche, strategiche e industriali, come del resto è sempre avvenuto, ma si va avanti. L'Europa del resto è, come sempre abbiamo detto, una grande arena di bargaining: chi ha più peso e negozia meglio, porta a casa di più.*

*Adesso, peraltro, ci sono anche un po' di soldini, come abbiamo raccontato, partono i primi progetti di ricerca, si parla di una "strumentazione" finanziaria che a regime mobiliterà fino a 5,5 miliardi/anno, dei quali 1,5 dal bilancio della Unione e 4, sperabilmente dagli stati membri. Tutto questo, a logica, dovrebbe far felici, e molto, gli Stati Uniti. Il Presidente Trump più e più volte ha tuonato contro gli alleati europei, chiedendo che si impegnassero di più per la difesa collettiva aumentando la spesa militare alla soglia del 2% del PIL. Non basta: si sono prospettate verifiche puntuali e conseguenze per i riluttanti che ancora pensassero di beneficiare della "coperta" e della sicurezza militare garantita e pagata dai contribuenti statunitensi, usando invece i propri soldi per rendere più competitiva la propria industria non militare. Come dargli torto? Oltretutto Washington ha il suo bel da fare nel Pacifico e si deve preparare ad una competizione anche militare con Pechino. Del resto, chi ha ambizione di superpotenza globale questo ha da fare. Dunque, visto che l'Europa sta rispondendo alle richieste USA, visto che il Segretario Generale della NATO Jens Stoltenberg annuncia felice che entro il 2024 almeno 15 dei 29 membri dell'Alleanza avranno raggiunto o superato la magica soglia del 2% del PIL per la Difesa grazie al rafforzamento del pilastro europeo della difesa transatlantica, ci si poteva aspettare che dagli USA arrivasse un plauso. E invece no, tutto il contrario. In particolare l'Ambasciatrice USA alla NATO Kay Bailey Hutchinson ha messo nel mirino la PESCO poiché potrebbe non consentire la partecipazione alle iniziative europee e ai programmi (e ai soldi) europei alle aziende USA e a quelle di Norvegia, Regno Unito, ecc. Ha chiesto che ci sia grande "trasparenza e apertura in tutte le circostanze in cui PESCO arrivi a un processo di selezione di offerte industriali". Wow! A parte la confusione (che fanno in molti anche in Italia) tra la PESCO, che prevede che il Paese che partecipa ad un progetto ne paghi i relativi costi con i propri soldi, e l'European Defence Fund, dove invece una parte cospicua dei soldi arriva dal bilancio dell'Unione e che può ANCHE finanziare progetti PESCO, ma sempre a valle di una competizione industriale, la critica dell'Amministrazione USA appare sorprendente. Ma come, prima fate fuoco e fiamme perché l'Europa non spende per la Difesa e poi quando inizia a farlo protestate? Chi ha buona memoria ricorderà che lo avevamo predetto non troppi mesi fa. Perché siamo ben consci che gli USA sono sì paladini del libero mercato, ma solo a casa degli altri, soprattutto quando si tratta di Difesa. A casa propria vale il contrario. "America first", "buy american" e via discorrendo. E per tutti gli alfieri statunitensi del libero mercato questo è normale. Infatti scorrendo gli articoli con un parvenza di analisi scientifica/oggettiva si nota che nessuno ha segnalato quanto siano assurde le accuse all'Europa di velleità "protezionistiche" in tema di procurement militare. Al massimo qualche analista dice che la PESCO e i progetti europei sono irrilevanti - 4 spiccioli e poi in aree "marginali" - e che gli Europei non riusciranno mai a ottenere un vantaggio tecnologico-industriale rispetto agli USA in campo aerospaziale e militare (chissà se Boeing la pensa così quando si batte con Airbus...) e quindi non è il caso di preoccuparsi. Alla critica si aggiunge pure il disprezzo! E questo atteggiamento non è una novità. Il NYT ricorda che il Segretario di Stato Madeleine Albright negli anni '90 parlò delle 3 "D" (delinking, duplicating, discriminating) appena fu avviata una collaborazione militare tra Regno Unito e Francia. Tutto questo solo perché il complesso militare-industriale USA, non contento di poter fare affidamento sul più importante mercato della Difesa, di fatto chiuso ai concorrenti esterni, che vale il 50% della spesa mondiale per la difesa, deve anche poter piazzare i propri prodotti in tutto il mondo e in particolare agli alleati NATO. Insomma, per evitare "duplicazioni" e "delinking" c'è un solo modo: comprare prodotti e tecnologie USA, naturalmente nella misura e in qualità graziosamente consentita. Anni fa almeno si tentava di spacciare il concetto della "two ways street": gli Europei comprino USA e gli USA compreranno europeo. Gli Europei ad esempio avrebbero dovuto (ed hanno infatti) acquistato il missile aria-aria AMRAAM, gli USA avrebbero dovuto affidarsi ad un missile aria-aria a breve raggio europeo. E infatti si fecero l'AIM-9X. Meno male che l'Europa ha poi pensato di sviluppare il METEOR, ma per anni non ha potuto che riempire i magazzini di AIM-120 (versione export, bene inteso). In ballo, lo capirete, non ci sono solo i quattrini, anche se contano molto. C'è prima di tutto la dipendenza tecnologica, strategica, politica che chi compra prodotti militari altrui deve accettare. In molti casi, oggettivamente, non se ne può fare a meno (e i lettori sanno quale battaglia abbiamo fatto per l'F-35, per anni un tabù), ma se è possibile e ragionevole fare altrimenti, magari grazie alla cooperazione, perché non affrancarsi e conquistare una maggiore autonomia strategica? Anche perché un potenziamento delle forze militari europee porta di conseguenza ad un potenziamento di quelle NATO, visto che delle stesse forze, in buona sostanza, si parla. E' comprensibile poi l'imbarazzo di Stoltenberg, che ha dovuto di colpo ri-allinearsi alla mutata posizione USA. Come al solito. Ma andiamo al sodo. Gli USA parlano di rischi di protezionismo europeo, ma si guardano bene dal mettere in discussione le proprie politiche protezionistiche, che si stanno estendendo a tutti i settori. E le cose andranno sempre peggio, altro che globalizzazione. Ma attenzione, perché gli USA non solo stanno facendo fuoco di interdizione contro ogni velleità europea di comprare prodotti militari europei e rifiutare l'accesso a quelli USA, ma vogliono anche che le proprie aziende - seppur indirettamente attraverso le filiali nel Vecchio Continenente - possano accedere ai fondi europei per la ricerca militare e per lo sviluppo delle capacità militari! Francamente troppo. Forse sarebbe il caso che l'Europa battesse un colpo. Il Presidente della Commissione, Jean Claude Juncker, è stato durissimo sui dazi sull'acciaio ed ha annunciato un pacchetto di contro-dazi che colpirebbero una serie di prodotti USA. Non vorremmo che si arrivasse a tanto nella Difesa perchè basterebbe, ad esempio, che si adottassero regole identiche sui 2 lati dell'Atlantico a proposito di partecipazioni a bandi di gara per il procurement e la ricerca militare. Una buona base di partenza potrebbe essere la normativa USA. Quando si tratta di procurement il prodotto europeo proposto agli USA deve essere "americanizzato": deve essere realizzato negli USA, da un'azienda USA (che può anche essere una controllata di un gruppo europeo, purché questa superi il vaglio del CIFIUS (Committee on Foreign Investment in the United States) e magari accettare di subire le regole gestionali di un SSA (Special Security Agreement) e di un proxy regime; e ci deve essere un pressoché totale trasferimento di tecnologia ed intellectual property. Se c'è da fare attività R&D finanziata dal Pentagono, le attività si devono svolgere negli USA, in laboratori e centri ricerche USA, la tecnologia sviluppata deve restare negli USA, ai progetti possono solo lavorare cittadini USA con specifiche "credenziali" di sicurezza e naturalmente la società che effettua tali attività deve essere gestita da dirigenti USA e agli Europei è solo concesso di vedere i risultati finanziari. In soldoni, per lavorare con il Pentagono le aziende europee devono diventare "americane": pensiamo al business militare USA di BAE Systems, a quello militare della Allison acquistata da Rolls-Royce, alla Elbit USA, alla DRS di Leonardo, alla Beretta USA. Dunque, che ci sarebbe di male se l'Europa dicesse a Washington: nessun protezionismo e nessuna barriera, porte aperte alle aziende USA, anzi, per dimostrare quanto l'Europa è disponibile alla collaborazione, alle aziende USA si applicheranno esattamente tutte le regole e procedure che gli USA applicano alle aziende europee che voglio fare affari con il DoD. E quando poi si arrivasse alle scelte di procurement, l'Europa naturalmente non dovrà mai privilegiare scorrettamente i prodotti "europei". Già, così come gli USA hanno fatto e fanno: dalla gara del tanker a quella dell'elicottero presidenziale, dal programma C-27J alla gara per l'elicottero Search and Rescue dell'USAF. Chissà, magari ora le cose funzionano in modo diverso: vedremo come andranno a finire la gara T-X e quella per il nuovo elicottero dell'USAF per sostituire gli UH-1N che vedono impegnate la "nostra" Leonardo. La speranza è l'ultima a morire.*

© Riproduzione riservata

Pietro Batacchi

# LETTERE

## Caccia al... NAUTILUS?

Cosa ci impedisce di iniziare e portare avanti un programma interamente nazionale per un nuovo SSK che possa sostituire, in futuro, gli attuali U-212? Capacità tecnologiche ed ingegneristiche di certo non ci mancano (e la tradizione italiana nelle costruzioni subacquee non è inferiore a quella di nessuno). In tale ambito, qualora non sia stato già fatto, sarebbe interessante un articolo riguardante il programma S90 e le cause che hanno portato alla sua cancellazione.

**Giovanni De Santis De Capoa**

*Oh, che bello, qualcuno si ricorda ancora dell'S90! Un sottomarino di carta come il NAUTILUS di Nemo. Vede caro Lettore, con 4 righe di domanda lei scoperchia una vexata quaestio che lasciò tante cicatrici. Ebbene, ho il piacere di confermarLe che, oggi, come allora, la nostra opinione è che la Marina (grazie all'Ammiraglio Ricci!) fece una scelta assolutamente giusta nel rifiutare di percorrere una via autarchica, preferendo acquistare gli U-212 tedeschi, senza alcuna modifica sostanziale rispetto al progetto "base", che fu comunque in qualche parte modificato dai Tedeschi per tenere conto di alcune esigenze e requisiti nazionali italiani, senza però dar vita a 2 diverse varianti. Una scelta perfetta sia dal punto di vista operativo sia da quello tecnologico. Grazie all'U-212 non solo la Marina è entrata nell'era AIP, ma ha anche ottenuto quelli che probabilmente sono i migliori battelli convenzionali nella loro classe. Ed è altrettanto corretto che la Marina intenda ora perseguire una strada analoga nei suoi piani di ammodernamento e potenziamento della componente subacquea con l'U212 NSF, progetto ancora una volta in cooperazione con la Germania. Tuttavia, rispetto, agli U-212A il contenuto industriale italiano – dalle batterie al litio, agli acciai amagnetici, alla guerra elettronica - sarà molto maggiore. E questo consentirà di far crescere la nostra industria, senza ricercare inutili e costose scorciatoie autarchiche, soprattutto in quei settori a più alto valore aggiunto. A noi, francamente, pare una scelta sensata: cooperazione internazionale con forte contenuto nazionale, ed eventuali opportunità di penetrazione sul mercato internazionale dei prodotti italiani realizzati nell'ambito di detta cooperazione.*

*Quando Lei parla di "tradizione italiana nelle costruzioni subacquee non seconda a nessuno" mi spiega a che epoca si riferisce? Alla Prima Guerra Mondiale forse. Certamente non alla Seconda Guerra Mondiale, credo non ci siano dubbi. Lei ricorda il Type XXI vero? Quanto al dopoguerra, immagino Lei sappia su cosa si basava il progetto dei TOTI. E' sicuro di voler parlare dei SAURO? Ma senza entrare in discussioni tecniche, come mai, a Suo avviso, se i nostri prodotti autarchici non erano "secondi a nessuno", nessuno, li ha acquistati ed ha preferito quelli sviluppati e progettati in Germania, Francia, Olanda, ecc.? Perché? Perciò, oggi come ieri, ben vengano scelte nelle quali i soldi pubblici, specie quando sono pochi, sono spesi in maniera oculata impedendo qualunque revanscismo in tema di costruzioni subacquee. Il mondo, mio caro, va esattamente nella direzione opposta: si sta cercando di razionalizzare, di evitare le duplicazione, di condividere requisiti e tecnologie, di creare massa critica per sostenere investimenti e ricerche. Lo sta facendo anche Fincantieri, che sta cercando di creare questa famosa Airbus dei mari partendo con Naval Group e sperando prima o poi di far entrare anche i Tedeschi. Si sta parlando di sviluppare e produrre insieme navi da guerra di superficie e Lei salta fuori con l'ennesimo programma nazionale da "Marina dei prototipi" che per fortuna appartiene al passato e speriamo mai più resusciti! Certo, se qualcuno dei nostri "cultori della materia" vuole proporci un articoletto sull'S-90 per la sezione storica, ben venga, purché scriva la realtà. Ah, se poi qualcuno vuole proprio divertirsi, ricordo che nei corridoi dello Stato Maggiore Marina ancora si può ammirare il modello del proposto GUGLIELMO MARCONI, che avrebbe dovuto essere l'SSN italiano... (un accenno sul progetto si trova su RID 10/2016 a pag. 82)*

### Errata corrige

Nell'articolo "La fregata LUIGI RIZZO" apparso sul numero scorso di RID nel testo a pag. 33, per un refuso tipografico, manca l'ultima riga di testo. La frase si conclude con "durante il suo discorso in occasione del varo della fregata MARCEGLIA)." Ce ne scusiamo con l'Autore e con i lettori.

# RECENSIONI

Tony Chong - **Flying Wings & Radical Things: Northrop's Secret Aerospace Projects & Concepts 1939-1994**. Specialty Press (distribuito da Crecy Publishing), 276 pagine, 26 x 26 cm, rilegato con sovracopertina, foto a colori e in b/n, disegni. Prezzo 44,95 dollari.

Il vulcanico Jack Northrop fu tra i pochi veri innovatori della storia del volo: ossessionato dal concetto di ala volante, grazie alla sua caparbietà e tenacia lo realizzò in diverse epoche e forme, superando innumerevoli ostacoli e ritrosie frapposti dai vertici militari e vedendo coronato il suo sogno con il B-2 SPIRIT, tuttora la punta di lancia del deterrente militare strategico statunitense.

Questo libro narra in maniera avvincente non solo il sogno di Jack Northrop, ma tutta la serie di progetti coronati da successo o rimasti sulla carta, concepiti dalla fervida mente dei progettisti americani. È questo un racconto "from the inside", poiché l'autore è stato per circa 30 anni nel settore comunicazione della grande azienda californiana e ciò traspare da numerosi dettagli ed aneddoti rivelati in forma efficace ed avvincente.

Nella lunga dinastia spiccano i celebri P-61, T-38, F-5 ed ovviamente le varie "Flying Wings", dal minuscolo test bed N-1 ai fantascientifici XB-35, YB-49 per finire con il B-2, ma sono descritti altri aeroplani non meno interessanti, quali il caratteristico F-89 SCORPION e l'A-9.

Vi è pure una piccola chicca che riguarda il nostro valido Piaggio P-166, oggetto di interesse da parte dell'US Army nei primi anni '60 proprio grazie all'apporto della Northrop e che per anni divenne il tuttofare aziendale, con 3 esemplari utilizzati direttamente dalla ditta.

Una parte inedita ed affascinante riguarda poi i numerosi programmi missilistici sviluppati negli anni '50 e '60 in ambito militare ed anche spaziale, di cui il più famoso fu l'avveniristico missile strategico cruise SM-62 SNARK.

Poco noti anche gli studi per un supersonico civile e per trasporti militari tuttala, illustrati con disegni molto dettagliati.

Seguono poi i numerosi progetti degli anni '70 e '80, con lo YF-17 in primis, progenitore dell'F-18, la grande avventura dello "stealth bomber" e lo splendido YF-23, i cui sviluppi rivelano dettagli inediti ed appassionanti.

La trattazione si chiude in maniera piuttosto malinconica con le note riguardanti la fusione con Grumman nel 1994, azione resasi indispensabile per via della politica varata dal Pentagono nel clima post guerra fredda, in cui non vi era più posto per tutti i grandi costruttori presenti solo pochi anni prima.

Un libro avvincente ed appassionante che ripercorre una grande storia americana.

**Marco De Montis**

Paolo Miana, Jukka Keranen, Federico Ottenziali e Matteo Gandini - **SIAI S.64 (Gli aerei che hanno fatto la storia)**. Gli archivi ritrovati Editore, 124 pagine 21 x 30 cm, foto b/n, disegni, schemi e profili a colori (di Matteo Gandini). Prezzo 25,00 euro.

Questo bel volume della collana: "Gli aerei che hanno fatto la storia" ed edito da "Gli archivi ritrovati" prosegue nel trattare l'avvincente saga degli aeroplani SIAI Marchetti con la disamina dello S.64. Il libro è la seconda edizione di un titolo pubblicato nel 2008, ma in realtà è tanta e tale la messe di nuovo materiale recuperato dal ricco archivio storico della SIAI, da poterlo assimilare ad un inedito in tutto e per tutto.
Il velivolo in questione fu uno dei progetti più interessanti dell'Ing. Alessandro Marchetti, disegnato con uno stile talmente innovatore ed anticonvenzionale da generare interessanti epigoni anche in età contemporanea (vedi il Virgin GLOBAL FLYER del 2006, cui il testo rimanda ad un'appendice).
L'autore Paolo Miana è riuscito a cogliere gli aspetti salienti del progetto e li sottolinea in maniera efficace, rilevandone la valenza fondamentale sulle eclatanti prestazioni del monomotore. Di fatto il monoplano monomotore di Marchetti era assimilabile ad un tuttala con un'esilissima struttura a travi di coda, all'epoca la formula più efficace per contenere pesi e resistenza aerodinamica, un risultato eccellente come dimostreranno i primati e per giunta conseguito con una tradizionale struttura lignea rivestita in tela. Dopo la disamina tecnica, si apre la sezione storica con il primo record del 1928: si tratta del primato di durata su circuito chiuso, stabilito da Arturo Ferrarin e Carlo Del Prete lungo il percorso Anzio - Cerveteri - Montecelio - con 58 ore e 43 minuti percorrendo 7.666 km, un risultato che ai nostri occhi pare incredibile, considerando i disagi patiti dall'equipaggio e la totale mancanza di automatismi di pilotaggio, cui i 2 valorosi piloti sopperirono con una magistrale abilità ed "airmanship".
I capitoli successivi narrano l'impresa più eclatante, il record di distanza in linea retta lungo la rotta Italia – Brasile pari a 7.166 km conseguito dopo pochi mesi, con cui Ferrarin e Del Prete assursero al rango di celebrità mondiali.
Purtroppo, i postumi di un incidente occorso in un banale volo di trasferimento successivo al raid ed effettuato con un biplano SIAI S.62, causarono la morte di Del Prete, un duro colpo per Ferrarin legatissimo all'amico e compagno di imprese memorabili. Nonostante la comparsa di aeroplani ben più moderni ed evoluti, l'originale S.64 proseguì la sua carriera di primatista e dotato finalmente di un'elica a passo variabile nel 1930 stabilì con Maddalena e Cecconi il nuovo primato di distanza su circuito chiuso con 8.188 km.
Interessante anche la sezione dedicata ai rivali britannici e francesi, che ben rende il clima di grande competitività creatosi all'epoca fra le nazioni più progredite, un formidabile catalizzatore per il tumultuoso progresso aeronautico di un periodo tra i più fervidi di immaginazione progettuale.
Come è consuetudine per la collana, la sezione iconografica ha una parte preponderante ed è di eccellente livello. Vi sono manoscritti e disegni originali della SIAI, diagrammi polari e note della Regia Aeronautica, molte foto della famiglia Ferrarin e soprattutto i dettagliati disegni CAD 3D di Paolo Miana ed i profili di Matteo Gandini, che valorizzano appieno questo ottimo volume di una collana sempre più di riferimento nell'editoria aeronautica italiana.

**Marco De Montis**

* * *

Gianluca Ansalone, Angelo Zappalà (a cura di) - **11 settembre 2021 - Le minacce del prossimo decennio**. FrancoAngeli, Milano. Formato 23x16 cm, 158 pagine. Prezzo 19,00 euro.

Questo volume cerca di dare risposta ad una serie di domande proiettate nel futuro: come sarà il mondo tra qualche anno? Quali saranno le principali minacce alla sicurezza? Nel 2021, a vent'anni dagli attentati alle Torri Gemelle e al Pentagono, i governi dovranno impegnarsi per ridefinire una nuova sicurezza condivisa in un mondo sempre più piccolo grazie alle nuove tecnologie della telecomunicazione. Nel prossimo futuro i cambiamenti climatici, le dinamiche demografiche e il traffico di armi di distruzione di massa metteranno in pericolo la solidità degli Stati; le megalopoli saranno il cuore delle attività umane, il terrorismo non sarà sconfitto, internet sarà un nuovo campo di battaglia e i militari avranno a disposizione UAV grandi quanto insetti.
Con uno stile narrativo avvincente e quasi romanzesco, questo volume si avvale di contributi autorevoli per suggerire a tecnici, decisori politici e cultori gli scenari possibili nel mondo di domani.
Niente fantascienza né tirare a indovinare, ma idee assolutamente credibili e razionalmente motivate con cui rischiamo di trovarci a fare i conti in un futuro che sembra lontano, ma non lo è affatto. Il messaggio è chiaro: iniziamo a pensare oggi alle minacce di domani, in modo da prevenirle e saper plasmare il mondo per le prossime generazioni.

**Leonardo Lanzara**

* * *

Mike Guardia - **Junkers Ju-87 STUKA** (Air Vanguard Nº15). Osprey Publishing, 64 pagine, 18x24 cm, foto b/n, disegni e profili a colori (di Henry Morshead ed Adam Tooby). Prezzo 11,99 sterline.

Il 15º titolo della riuscita collana Air Vangaurd della Osprey è dedicato al celebre bombardiere tattico/assaltatore Junkers Ju 87 STUKA.
Questo aeroplano è tra le icone più rappresentative del nazismo, di cui ne costituisce emblematicamente anche la metafora. Dapprima vero e proprio simbolo di terrore e distruzione per i suoi attacchi precisi ed efficaci, già durante la Battaglia d'Inghilterra perse la sua aura d'invincibilità, per essere poi ridimensionato a velivolo ormai obsoleto dal 1943 in poi.
Tutto ciò comunque non gli impedì di continuare a cogliere importanti successi sui vari fronti, in condizioni di marcata superiorità aerea. Soprattutto sul fronte orientale e mediterraneo, lo spigoloso monomotore colse importanti successi sia nelle missioni anticarro, sia in quelle d'attacco ai bersagli terrestri e navali.
L'autore Mike Guardia traccia con dovizia di particolari la genesi dello Ju-87, fortemente voluto dai vertici nazisti per la sua notevole valenza all'interno delle dottrine elaborate per la "Blitzkrieg", la guerra lampo con cui la Germania conquistò in meno di un anno gran parte dell'Europa continentale.
Per dare l'idea di quanto coesistessero nello STUKA le 2 anime di arma tattica e di propaganda, è sufficiente un particolare: all'interno del carrello erano alloggiate 2 sirene (soprannominate "le trombe di Gerico") il cui urlo lacerante, associato alla vertiginosa picchiata, costituiva un potente deterrente psicologico per scompaginare le formazioni avversarie.
Nei capitoli successivi, Guardia analizza la tecnica e le varianti dello STUKA, sottolineandone la mutazione verso le missioni anticarro con le varianti F e G, in cui mantenne una notevole valenza tattica, in virtù dei 2 cannoni Flak 18 cal. 37 mm.
Seguono poi le note operative, molto ricche per un aeroplano che debuttò già durante la Guerra di Spagna e partecipò a tutti i teatri della Seconda Guerra Mondiale che videro impegnata la Luftwaffe, dai torridi deserti africani alle gelide steppe russe.
L'usuale sezione iconografica è articolata su profili, disegni a 3 viste, uno spaccato e le bellissime artist's impression opera di Henry Morshead ed Adam Tooby. Un bel libro che piacerà ai molti appassionati della Seconda Guerra Mondiale e della Luftwaffe.

**Marco De Montis**

David Owen. **Dogfight: The Supermarine Spitfire and the Messerschmitt Bf109 -** Pen & Sword Book, Barnsley, 360 pagine, 24 x 16 cm, foto b/n. Prezzo 19,99 sterline.

Di primo acchito, l'istinto del lettore verso questo libro sarebbe: "l'ennesimo libro sui 2 rivali della Battaglia d'Inghilterra", ma non è così. L'autore David Owen, laureato in Ingegneria e con precedenti attività nel campo aerospaziale, collabora anche con la BBC, perciò utilizza uno stile asciutto ed efficace che riesce a sintetizzare e ad inquadrare i punti salienti dei 2 contendenti. In realtà l'analisi non è confinata ai 2 caccia, ma si estende ben al di là, approfondendo i rispettivi contesti politici, industriali e militari della Germania e del Regno Unito. Il titolo, quindi, non rende in realtà il vero argomento del libro e si potrebbe definire un'analisi sui differenti, a tratti contrapposti criteri e contesti in cui nacquero e si svilupparono 2 tra i caccia più importanti della storia dell'aviazione. Owen approfondisce anche la biografia dei 2 progettisti, sottolineando la ricerca spasmodica del Prof. Willy Messerschmitt verso la leggerezza e la minima resistenza aerodinamica, retaggio degli albori progettuali nel campo degli alianti, contrapposta all'attenzione rivolta alla sicurezza del comportamento in volo ed all'abbinamento ottimale cellula/motore di Sir Reginald Joseph Mitchell, il geniale progettista degli splendidi idrovolanti da competizione Supermarine S.5 e S.6 della Coppa Schneider. Il testo prosegue poi con lo sviluppo dei 2 caccia, soffermandosi a lungo sulle numerose modifiche richieste dal Ministero della Difesa britannico alla Supermarine, un processo travagliato che ne rallentò lo sviluppo e soprattutto la produzione, rischiando di comprometterne l'entrata in servizio proprio prima della Battaglia d'Inghilterra. Ovviamente la "Battle of Britain" viene trattata ampiamente, approfondendo anche le tattiche della Luftwaffe e della RAF, con le analisi sulle strategie delle 2 forze contrapposte. Belli anche i capitoli successivi con le evoluzioni comparate dei 2 contendenti. Peccato per la parte iconografica non all'altezza del testo, con foto di dimensioni ridotte e pochi disegni di scarsa qualità.
Ciò comunque non toglie ad un libro appassionante che rende vivi i tragici anni del secondo conflitto mondiale e lo sviluppo tecnologico connesso a questi.

**Marco De Montis**

* * *

Claudia Astarita, Stefano Felician Beccari, Nunziante Mastrolia - **L'atomica di Kim - Il regime nordcoreano e la sicurezza internazionale.** Rubbettino, Soveria Mannelli. Formato 21x13 cm, 171 pagine. Prezzo 12,00 euro.

Perché un Paese affamato, isolato e quasi arcaico arriva al punto di minacciare una guerra nucleare? Cosa spinge una nazione allo stremo a sfidare le potenze della regione, gli Stati Uniti e lo stesso processo di globalizzazione, scegliendo di privarsi di ogni contatto con l'esterno? E infine, cos'è oggi la Corea del Nord, e cosa possiamo affermare sul suo regime?
Il volume cerca di dare risposta a queste domande, analizzando la natura del più isolato e misterioso Paese del mondo. Ben lontani da banali considerazioni ideologiche, gli autori partono dai profondi retaggi storici per arrivare ad esaminare le logiche della propaganda, le politiche di appeasement da parte della Corea del Sud, gli aspetti tecnici relativi alle Forze Armate nordcoreane e all'arma atomica. Non manca una parte dedicata all'attualità, con un focus sulla leadership di Kim Jong-un, il "Terzo Leader Maximo". Questo volume ha il merito di analizzare con buona sintesi la situazione di uno dei regimi più controversi del mondo senza cedere alla tentazione di lanciarsi in previsioni per il futuro. La Corea del Nord infatti è stata data per prossima alla fine parecchie volte negli ultimi decenni, ma il regime non è mai crollato e periodicamente fa parlare di sé. Una lettura interessante e non troppo tecnica, accessibile a chiunque voglia sapere di più sulla Corea del Nord e sulla sua situazione attuale.

**Leonardo Lanzara**

* * *

Vincent P. O'Hara - **Struggle for the Middle Sea** - The Great Navies at War in the Mediterranean Theater, 1940-1945. Naval Institute Press, Annapolis, Maryland. Formato 23x16 cm, 325 pagine con foto b/n. Lingua inglese. Prezzo 25,95 dollari.

Il Mediterraneo è stato lo specchio d'acqua più duramente conteso durante la Seconda Guerra Mondiale: l'Asse e gli Alleati vi condussero più azioni navali che nel Pacifico o nell'Atlantico. Questo volume vuole concentrarsi su questo scenario con il contributo di nuove fonti d'archivio.
L'autore analizza le azioni e i risultati delle Marine di Gran Bretagna, Francia, Italia, Germania e Stati Uniti durante tutta la durata del conflitto; lo scopo è fornire un quadro obiettivo degli imperativi nazionali che guidarono le singole strategie marittime. Colpisce in particolare come siano smentiti alcuni "luoghi comuni storici", come la superiorità morale degli inglesi sugli italiani, o la sudditanza dei francesi di Vichy verso i tedeschi, o l'importanza cruciale della campagna in Nord Africa per il successo degli Alleati in Europa. Inoltre il volume copre veramente tutto il periodo della guerra fino al 1945, rendendo conto degli sforzi della Kriegsmarine per controllare il Mediterraneo dopo l'armistizio italiano del 1943.
Il livello di approfondimento e la freschezza dell'analisi rendono questo volume assolutamente imperdibile per gli storici. Inoltre le lezioni sulla guerra litoranea, sul controllo del mare e sulle difficoltà del sea denial trovano una particolare applicazione anche ai giorni nostri.

**Leonardo Lanzara**

* * *

Marco Gueli - **La storia dell'Aeronautica in 100 disegni di aerei** - The history of the Italian Aviation in 100 aircraft drawings. Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Aeronautica. Formato 22,5x31 cm, 167 pagine con tavole a colori. Bilingue italiano-inglese. Prezzo 35,00 euro.

Questo volume narra la storia dell'Aeronautica Militare accoppiando due aspetti molto diversi tra loro: il disegno e la narrazione storica. Punto forte dell'opera sono senza dubbio i 100 disegni a colori di altrettanti aeroplani entrati in servizio nei 100 anni che ci separano dal primo biplano Wright che fu donato dal Club Aviatori di Roma al Ministero della Guerra.
Sfogliando le pagine il lettore ripercorre il progresso compiuto dall'aviazione, dagli albori del volo ai jet dei giorni nostri. La narrazione si svolge sia attraverso le immagini sia attraverso approfondite didascalie bilingue che inquadrano il periodo storico che si va a descrivere. Nulla di eccessivamente approfondito, dato che lo scopo del volume non è di trattare la storia aeronautica; piuttosto l'autore sembra voler celebrare gli aerei italiani più significativi, in ordine cronologico.
I disegni sono tutti profili a colori provenienti dallo Stato Maggiore dell'Aeronautica, realizzati a mano e frutto di ricerche approfondite per offrire la massima fedeltà storica possibile. Impresa non facile, dato che di molti velivoli di inizio novecento esistono solo immagini in bianco e nero.
Il volume è di grande qualità, non solo per il "contenuto" ma anche per come si presenta: carta patinata spessa, stampa di livello elevato e buona rilegatura. Il testo bilingue, inoltre, lo rende fruibile anche agli stranieri che volessero approfondire l'argomento.

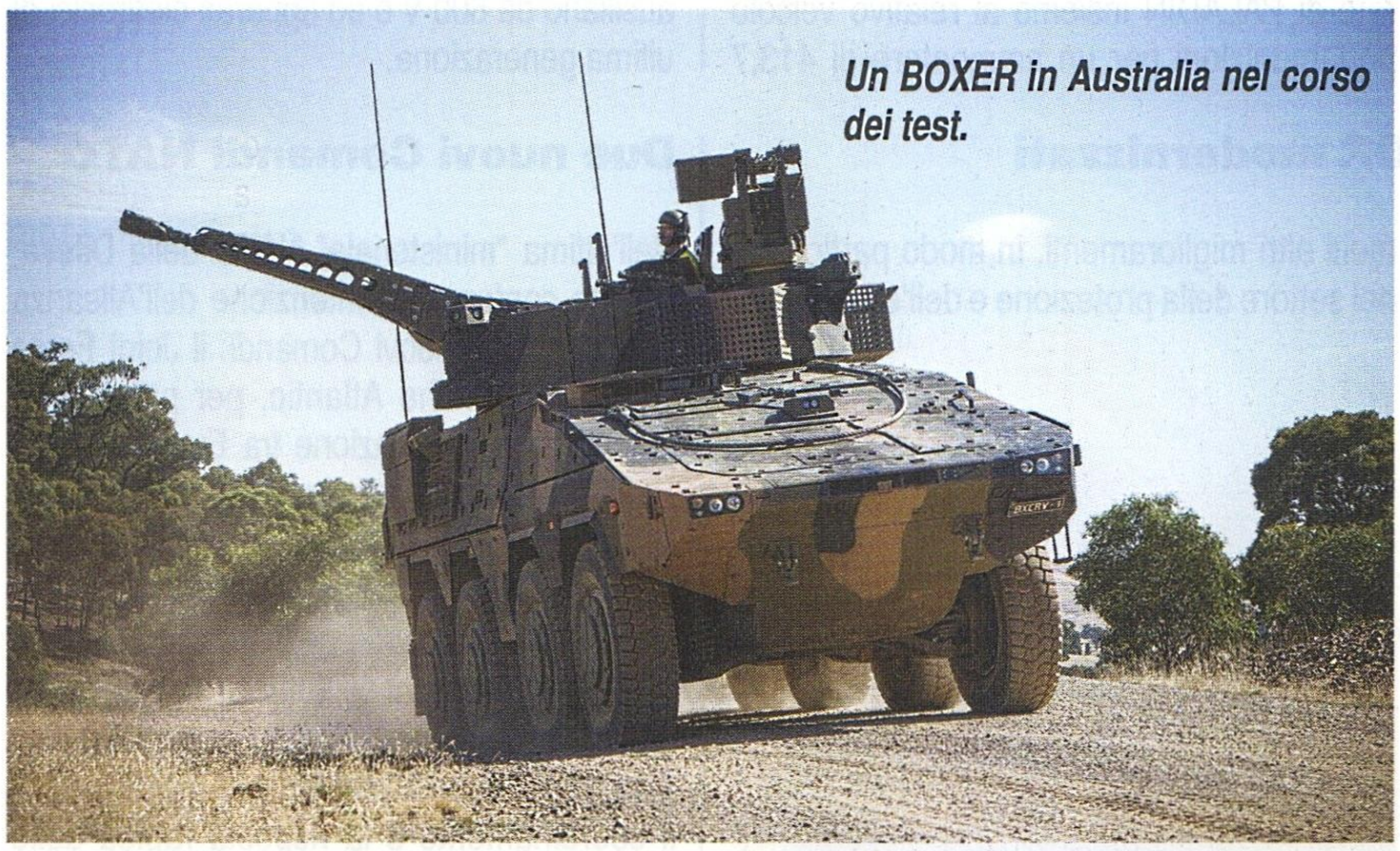
**Leonardo Lanzara**

# FORZE TERRESTRI

## L'Australia e la Slovenia adottano l'8x8 ruotato BOXER

Grande successo per la società tedesca Rheinmetall che è risultata vincitrice nel programma australiano CRV (Combat Reconnaissance Vehicle), inserito nell'ambito del più ampio progetto Land 400.

Nell'ambito del programma CRV, che ha un valore complessivo di 5,2 miliardi di dollari australiani (oltre 3,3 miliardi di dollari statunitensi), l'Esercito riceverà 211 veicoli blindati ruotati da combattimento per la fanteria (AIFV) 8x8 BOXER. Dopo una competizione durata 3 anni, dunque, viene adottato il veicolo tedesco/olandese BOXER dotato di torretta Rheinmetall LANCE armata di mitragliera 30-Mk-2 da 30 mm della stessa Rheinmetall che andrà a rimpiazzare i vecchi 8x8 Australian Light Armoured Vehicle (ASLAV), dotati di arma da 25 mm fondamentalmente una variante del LAV-25 8x8 (a sua volta evoluzione del PIRANHA I). Il veicolo verrà impiegato prevalentemente per compiti di ricognizione. L'equipaggio sarà infatti costituito da 3 uomini mentre nel vano posteriore potranno essere trasportati 4 soldati. Precedentemente il BOXER era risultato vincitore anche nella "vecchia Europa". Lo scorso 2 febbraio, infatti, il Ministero della Difesa Sloveno aveva comunicato l'intenzione di adottare il veicolo blindato 8x8 tedesco/olandese BOXER che sarà acquisito per equipaggiare 2 nuovi battlegroup meccanizzati del locale Esercito. L'acquisizione dovrebbe aver luogo tramite l'OCCAR (Organization for Joint Armament Co-operation) della quale la Slovenia vorrebbe entrare a far parte (la conferma finale dovrebbe essere comunicata entro settembre-ottobre). I primi 48 esemplari destinati ad uno dei 2 battlegroup dovrebbero essere consegnati nel periodo 2019-20; l'altro li riceverà entro il 2025. Ogni battlegroup, accanto agli esemplari dotati dell'armamento standard, costituito da una mitragliera da 30 mm associata ad una mitragliatrice "coassiale" da 7,62 mm, disporrà di 8 veicoli equipaggiati di un mortaio dotato di sistema di caricamento automatico da 120 mm di progettazione e costruzione locale. Complessivamente i Paesi che utilizzano il BOXER salgono quindi a 5 (Germania, Olanda, Finlandia, Slovenia e Australia).



*Un BOXER in Australia nel corso dei test.*

## Entra nel vivo la gara per il nuovo carro leggero dell'US Army

BAE Systems ha ufficialmente presentato la propria proposta per il programma Mobile Protected Firepower (MPF) che mira all'acquisizione di un nuovo carro leggero per le brigate di fanteria dell'US Army. Si tratta di un veicolo, con cannone da 105 mm, proposto come evoluzione del vecchio progetto di United Defense per l'M8 Armored Gun System che avrebbe dovuto rimpiazzare l'M551 SHERIDAN in seno all'82ª Divisione Aerotrasportata. BAE Systems si aggiunge così al team SAIC/ST Kinetics – che offre una piattaforma basata sul nuovo Next Generation Armored Fighting Vehicle di ST Kinetics con torretta Cockerill 3105 da 105 mm – ed a General Dynamics, che propone un'evoluzione del GRIFFIN, presentato ad AUSA nel 2016, incentrato sullo scafo del cingolato AYAX britannico associato ad una torretta con cannone da 120 mm alleggerito.

Al momento non sono molte le informazioni circa il requisito, se non che l'US Army vuole inserire nei propri battaglioni di fanteria un mezzo in grado di fornire supporto di fuoco di aderenza con un certo livello di protezione, quantomeno sufficiente ad operare in scenari contestati di "forcible entry", evitando così che le pedine di fanteria debbano richiedere, o attendere, il supporto degli scaglioni successivi più pesanti. Inoltre, il veicolo dovrebbe essere proiettabile in 2 esemplari all'interno di un C-17 ed avere spazio anche per un sistema di protezione attivo - aggiungiamo noi, indispensabile se si vuole mantenere il peso entro un certo limite. Tra quest'anno ed il prossimo l'US Army selezionerà 2 team/aziende ed assegnerà loro un contratto di Engineering and Manufacturing Development per condurre una valutazione più approfondita su prototipi/veicoli di preserie. Poi, una volta scelto il vincitore, la produzione di serie dovrebbe iniziare nel 2022, e l'US Army dovrebbe equipaggiare la sua prima unità in maniera organica a partire dal 2025.

**FL**

## Procede il programma dell'US Army per la produzione del semovente M-109A7

L'US Army ha firmato un contratto con BAE Systems per il proseguimento della produzione del semovente d'artiglieria M-109 A7 PALADIN unitamente a quella del veicolo cingolato portamunizioni M-992 A3. Tale contratto prevede inizialmente la fornitura del terzo lotto low rate di PALADIN insieme al relativo veicolo portamunizioni per un ammontare di 413,7 milioni di dollari più opzioni per la fase full rate (i cui finanziamenti sono però legati all'approvazione da parte del Congresso). Se tutte le opzioni saranno esercitate la somma dovrebbe aggirarsi intorno a 1,7 miliardi di dollari. La BAE produrrà inizialmente 48 complessi (set), costituiti da un semovente da 155 mm e da un veicolo portamunizioni con un'opzione per 60 set ogni anno per 3 anni. Il piano dell'US Army prevede un totale di 1.112 semoventi (556 set) ma il contratto full rate copre solo 456 mezzi (228 set).

L'M-109 A7 è una versione migliorata dell'M-109 A6 caratterizzata dall'impiego dello stesso armamento e della stessa torre del suddetto mezzo, ma con uno scafo e una componente veicolare identica a quella dell'AIFV BRADLEY, unitamente ad un generatore ausiliario da 600 V e ad apparati elettronici di ultima generazione.

## Al British Army i primi WARRIOR modernizzati

Il British Army Armoured Trails Development Unit ha recentemente ricevuto i primi 8 esemplari del veicolo cingolato da combattimento della fanteria (AIFV) WARRIOR (in servizio dal 1988) refittati dalla Lockheed Martin UK, responsabile del programma di modernizzazione del mezzo (WCSP, ovvero Warrior Capability Sustainment Programme), mezzo che viene portato alla nuova configurazione WARRIOR 2 caratterizzata dall'installazione di una torretta sviluppata dalla Lockheed Martin UK armata con la nuova mitragliera franco-britannica CTAS CT-40 da 40 mm (impiegante munizionamento "telescopico") al posto del precedente RARDEN da 30 mm e da molti altri miglioramenti, in modo particolare nel settore della protezione e dell'ergonomia.

AL

## Due nuovi Comandi NATO

Nell'ultima "ministeriale" NATO della Difesa, è stata confermata l'intenzione dell'Alleanza di dotarsi di 2 nuovi Comandi: il Joint Force Command for the Atlantic, per proteggere le linee di comunicazione tra Europa e Stati Uniti, e un nuovo Comando per la logistica e la mobilità. Ulteriori dettagli verranno rilasciati a giugno nella prossima ministeriale. Sembra che il primo Comando possa essere ospitato dagli USA, mentre il secondo dalla Germania. Allo stesso tempo, la NATO ha deciso di creare pure altri comandi terrestri per incrementare il coordinamento e la risposta rapida delle forze, ed un nuovo Cyber Operations Centre all'interno di SHAPE.

## Materiali d'artiglieria cinesi ad Algeria, Bahrain e Kuwait

L'Algeria ha recentemente acquisito dalla Cina lanciarazzi multirampa d'artiglieria a lunga gittata Norinco SR-5 su piattaforma ruotata 6x6 in grado di impiegare 2 pod contenenti ciascuno 20 razzi da 122 mm oppure 6 razzi da 220 mm. La conferma che tali sistemi siano operativi nell'Esercito Algerino si è avuta lo scorso 13 gennaio allorchè il Ministero della Difesa ha rilasciato immagini mostranti tali sistemi impiegati durante un'esercitazione a fuoco effettuata in un'area del Paese designata 4ª Regione Militare. Fino ad ora l'unico altro acquirente conosciuto che aveva acquisito l'SR-5 era il Bahrain mentre vi sono segnalazioni non confermate sulla presenza dell'SR-5 in Venezuela. L'Esercito Algerino ha inoltre mostrato di aver recentemente ricevuto dalla Cina anche il semovente Norinco PZL-45 da 155 mm schierato insieme al veicolo corazzato portamunizioni/supporto Norinco PV-6 da 17 t durante un evento trasmesso dalla televisione locale.

Il VP-6, nella variante da ricognizione VP-1 (Type 89 per l'Esercito Cinese) è impiegato dal Kuwait unitamente al semovente PZL-45.

# Abbonati a RID
# e scegli fra 3 opzioni di consegna!

(Valido solo per l'Italia)

## ABBONAMENTO STANDARD

Spedizione in abbonamento postale

**1 ANNO, 12 NUMERI**

**€ 55,00**

(con raccoglitore + € 14,00)

## ABBONAMENTO PLUS *

Consegna in **6 giorni lavorativi**

Con tracciatura della spedizione e avviso di avvenuta consegna in cassetta

**1 ANNO, 12 NUMERI**

**€ 95,00**

(con raccoglitore + € 14,00)

## ABBONAMENTO VIP **

Consegna in **24-48 ore (1-2 giorni lavorativi)**

Con avviso di presa in carico della spedizione, tracciatura e avviso del momento previsto per la consegna

**1 ANNO, 12 NUMERI**

**€ 130,00**

(con raccoglitore + € 14,00)

**COMPILA IL COUPON CHE TROVI NELL'ULTIMA PAGINA!**

- Per gli abbonamenti **VIP** e **PLUS** si richiede numero di cellulare e indirizzo email
- Per qualsiasi informazione o dettaglio: **ordini@rid.it** oppure 0185.308606 / 309171

* Calabria, Basilicata, Sicilia e Sardegna consegna in 7 giorni lavorativi.
Il servizio non è disponibile per piccole isole e zone disagiate.
Elenco presso **ordini@rid.it** oppure 0185.308606 / 309171

** In zone con viabilità particolarmente difficoltosa, la consegna potrà subire ritardi minimi, solitamente nell'ordine delle 24 ore (1 giorno lavorativo).
Il servizio non è disponibile per isole minori e laguna veneta.

## I CaSTA 2018 all'insegna della sicurezza in montagna

La sicurezza in montagna è stato il tema dominante della 70ª edizione dei Campionati Sciistici delle Truppe Alpine (CaSTA) tenutisi al Sestriere (To) dal 5 al 10 marzo scorso. Tra le usuali competizioni sportive, come di consueto, la gara dei plotoni è stata quella che ha acceso lo spirito di corpo fra i reggimenti dipendenti dal Comando Truppe Alpine: il successo è andato per il secondo anno consecutivo al 7º Rgt. Alpini della Brigata JULIA, con il 2º Rgt. Alpini della Brigata TAURINENSE a spezzare il dominio della JULIA (grande unità che aveva monopolizzato il podio negli ultimi anni).

Come detto, la sicurezza in montagna era il tema dei CaSTA 2108, tanto è vero che l'abituale convegno sui materiali e sugli equipaggiamenti è stato anch'esso dedicato a questo tema (ed era proprio intitolato "La Sicurezza in Montagna"). In più, oltre alle competizioni sportive e all'esercitazione dimostrativa tecnico-tattica, quest'anno è stata effettuata un'operazione di soccorso denominata CHABERTON 2018. La missione dei circa 60 partecipanti alla CHABERTON era quella di raggiungere la frazione di Monte Rotta, a quota 2.100 m, per prestare soccorso alla popolazione, una decina di persone in prevalenza anziani, rimaste isolate da oltre 36 ore a causa delle intense nevicate che avevano provocato 2 valanghe.

Una pattuglia da ricognizione munita di sci, con pelli di foca e racchette da neve raggiungeva le abitazioni e richiedeva l'intervento di rinforzi per evacuare i civili. Una motoslitta dei Carabinieri faceva da staffetta, seguita da un mezzo similare degli alpini e 2 cingolati BV-206 in configurazione portaferiti, con al traino il personale, composto da Alpini della TAURINENSE ed elementi del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS). Lungo la strada il convoglio si separava: mentre il grosso dei soccorsi proseguiva verso il centro abitato, una motoslitta si fermava per soccorrere 3 civili rimasti sepolti sotto una valanga. Nel punto dell'intervento giungevano quindi alcune Squadre di Soccorso Alpino Militare (SSAM) che si sono calate con la tecnica del fast-rope da un elicottero CH-47F CHINOOK del 1º Rgt. AVES ANTARES. Si tratta di una sistema che viene prevalentemente impiegato in ambito tattico e che consente di evitare di far atterrare l'aeromobile velocizzando le operazioni di sbarco e ampliando anche le aree di sbarco. Una SSAM è costituita da 5 elementi: il Comandante di Squadra Soccorso, in possesso delle qualifiche di istruttore militare scelto di alpinismo e istruttore militare di sci, il Vice Comandante, preferibilmente con pari qualifiche, un esperto militare di neve e di valanghe, un soccorritore militare e un soccorritore piste, questi ultimi selezionati fra coloro che hanno superato i corsi basici di sci e di alpinismo con un punteggio pari o superiore a 15/20. Un secondo CHINOOK trasportava un'altra aliquota di soccorritori, ma questa volta l'elicottero atterrava. Toccava quindi a un UH-205 del 34º Gr.Sq. TORO del 4º Rgt. AVES ALTAIR trasportare in zona 2 unità cinofile, una della Guardia di Finanza e una del CNSAS. Una volta completato l'arrivo del personale, il Direttore dei soccorsi ordinava di procedere a un sondaggio speditivo, concentrando inizialmente gli sforzi sulle zone di accumulo laterale e inferiore della valanga e sfruttando il lavoro di ricerca delle unità cinofile. Fino a quel momento nessuno era entrato nella zona della valanga, per evitare di creare false tracce olfattive che avrebbero potuto confondere i cani. Mentre i nuclei sondatori e pure i cani trovano qualcosa, toccava quindi agli spalatori estrarre i feriti, partendo dalla testa allo scopo di liberare il più presto possibile le vie respiratorie. Ogni SSAM aveva nel proprio organico un Soccorritore Militare, che nelle 4 settimane trascorse presso la Scuola di Sanità e Veterinaria Militare di Roma-Cecchignola acquisisce le principali tecniche salvavita; tocca sempre a lui stabilire le priorità di trattamento del ferito, e in base a queste viene disposta l'evacuazione. Il ferito più grave, dopo essere stato stabilizzato, veniva sgomberato con un elicottero UH-205. I 2 feriti lievi venivano invece trasportati rispettivamente mediante un cingolato BV-206 sanitario e con una motoslitta. Mentre avvenivano le operazioni di soccorso i militari impegnati nel resto della manovra raggiungevano il centro abitato isolato ed evacuavano il personale civile. Con questa "esfiltrazione" si concludeva l'esercitazione o meglio le prove della stessa (quella definitiva verrà infatti influenzata dalle condimeteo). Mentre si svolgevano le prove dell'esercitazione, al Sestriere aveva quindi luogo il succitato convegno sulla sicurezza. "La montagna, terreno d'elezione per gli alpini, ha le sue regole e i suoi pericoli. L'addestramento permette di potervi muovere in sicurezza", ha detto il Gen.C.A. Claudio Berto, Comandante delle Truppe Alpine, sottolineando come i soldati con la penna collaborino con altri enti al fine di incrementare proprio la sicurezza. In particolare con il servizio Meteomont che, in concorso con i Carabinieri Forestali, monitora il manto nevoso delle montagne italiane per stilare il bollettino meteo-nivologico base del Bollettino Valanghe. Nato per esigenze operative, il Meteomont è una delle numerose capacità duali espresse dalle Forze Armate. Il Soccorso Alpino Speleologico Piemontese (SASP), formato da oltre 1.150 volontari, è intervenuto nell'esercitazione. Nel 2017 il SASP ha effettuato 1.831 interventi (dei quali 1.161 di soccorso), per un totale di 1.449 persone soccorse, e negli ultimi anni la media delle ore/uomo in attività operativa è stata di oltre 30.700. A sottolineare l'importanza dell'elicottero, delle missioni di soccorso del 2017 oltre il 77% è stato condotto con l'impiego di velivoli ad ala rotante. Interessante l'intervento del Col. Marco Iovinelli, Comandante del 9º Rgt. Alpini, relativo alla nuova pedina del reparto, ossia il Btg. Multifunzionale VICENZA. Costituito il 29 maggio 2017 a seguito delle calamità che hanno colpito l'Italia centrale nell'agosto 2016, il reparto è attualmente in fase di sviluppo, e quando raggiungerà la piena operatività dovrà essere in grado di assicurare numerose capacità e in particolare: costruzione, riparazione e mantenimento di strade e ponti; costruzione, conversione e mantenimento di strutture alloggiative; rifornimento idrico; produzione e distribuzione di energia elettrica; illuminazione campale; rimozione di ostacoli; sgombero neve; gittamento di ponti; e infine utilizzo di natanti. Il VICENZA si articola su una Compagnia Supporto Generale, che assicura la totale autonomia d'impiego, su una Compagnia Supporto Mobilità Tattica e Schieramento, dotata di assetti del Genio in grado di assolvere una vasta gamma di interventi in caso di pubbliche calamità, e su una Compagnia Trasporti Speciali, dotata di veicoli di vario tipo per il trasporto di personale civile, anche in montagna. Il VICENZA è già in grado di esprimere alcune delle capacità richieste e in particolare rimozione macerie, sgombero neve e ripristino viabilità, gestione di incendi in aree boschive, recupero e trasporto di personale anche in zone disagiate e realizzazione di piccole strutture in cemento, come dimostrato nell'estate scorsa con diversi interventi in occasione di incendi boschivi. Il battaglione ha raggiunto la capacità operativa iniziale (IOC) nel mese di dicembre 2017, e nel mese di marzo aveva un organico al 40% mentre il parco mezzi era al 60%; il raggiungimento della capacità operativa finale è previsto per la fine del 2019, mentre gli interventi infrastrutturali termineranno un anno più tardi.

I CaSTA 2018 si sono conclusi sabato 10 marzo alla presenza del Ministro della Difesa, On. Roberta Pinotti che ha assistito all'esercitazione CHABERTON, la quale, contrariamente alle prove, è stata svolta senza l'ausilio degli elicotteri a causa di una fitta nevicata che ne impediva il decollo. Una dimostrazione di flessibilità operativa, dato che in montagna nulla può essere dato per scontato.

**Paolo Valpolini**

## Pentagono: il budget 2019

La Casa Bianca ha ufficialmente presentato la richiesta di budget per il Pentagono relativa all'anno fiscale 2019. Si tratta di una richiesta complessiva di 686,1 miliardi di dollari, comprensivi di 597,1 miliardi di dollari di budget base e di 89 miliardi di fondi per le operazioni all'estero. Rispetto a quanto stanziato nel 2018, considerando la cosiddetta "continuing resolution" (una sorta di esercizio provvisorio che consente alle attività federali di proseguire in mancanza di accordo al Congresso sulla legge di bilancio), stiamo parlando di un aumento di ben 74,2 miliardi di dollari, aumento reso possibile dall'accordo trovato in extremis la scorsa settimana tra Democratici e Repubblicani, che alleggerisce i limiti alle spese federali e che in 2 anni garantirà alla Difesa americana 148 miliardi di dollari in più. Il regime di sequestration, stabilito con il Budget Control Act del 2011 per mettere sotto controllo l'enorme debito pubblico americano, è nei fatti così superato – dopo che già con l'ultimo bilancio di Obama si era andati abbondantemente oltre i limiti della stessa sequestration. Evidente obiettivo volto ad imprimere un'accelerazione alla modernizzazione delle FA americane per fronteggiare la nuova stagione di competizione globale con Russia e Cina e con altre potenze regionali quali l'Iran e la Corea del Nord allineandosi ai dettami delle recenti National Security Strategy e National Defense Strategy. Grazie a questi fondi, il Pentagono può finanziarie un incremento degli organici di tutte le Forze Armate ed un rafforzamento della struttura operativa, nonchè l'acquisizione di nuovi sistemi d'arma ed intensificare l'attività nei teatri operativi.

Per quanto riguarda il primo aspetto, gli organici della componente attiva aumentano nel complesso di oltre 24.000 unità.

L'US Army vedrà crescere di un BCT (Brigade Combat Team) la struttura della Guardia Nazionale, mentre l'US Navy passerà da un livello di forza di 292 navi a 299 e l'USAF beneficerà di un aumento da 40 a 42 nel numero dei propri squadroni combat della componente attiva

(mentre la Guardia nazionale ne perderà 1).

Se guardiamo alle acquisizioni, spiccano i 7 F-35 in più rispetto al 2018 (77 contro 70) e i 10 F/A-18 E/F SUPER HORNET in più (24 contro 14), mentre l'acquisizione delle aerocisterne CK-46A PEGASUS resta in linea con il 2018 (15 esemplari). Tra i programmi aeronautici, da menzionare anche i 2,3 miliardi di dollari – 300 milioni in più rispetto al 2018 – per proseguire lo sviluppo del nuovo bombardiere strategico B-21 RAIDER. In campo missilistico, vanno citati, tra gli altri, i 300 milioni per lo sviluppo del nuovo ICBM (Intercontinental Ballistic Missile) Ground Based Strategic Deterrent e i 600 milioni di dollari per il nuovo missile da crociera con capacità nucleare Long Range Standoff Weapon. Per quanto riguarda, invece, il settore navale, nel 2019 ci saranno i fondi per finanziare l'acquisizione di un cacciatorpediniere ARLEIGH BURKE in più, 3 anzichè 2, 7,4 miliardi di dollari per 2 sottomarini nucleari d'attacco classe VIRGINIA, 1,3 miliardi di dollari per il procurement di una Littoral Combat Ship (nel 2018 erano state 2), 3,7 miliardi di dollari per lo sviluppo dei nuovi sottomarini a propulsione nucleare lanciamissili balistici (SSBN) classe COLUMBIA ed 1,8 miliardi di dollari per le portaerei di nuova generazione classe GERALD FORD, di cui la prima unità è stata consegnata all'US Navy la scorsa estate.

Nel settore terrestre, spiccano i 2 miliardi per il procurement di 5.113 Joint Light Tactical Vehicle – nel 2018 erano stati 2.777 per un ammontare di 1,1 miliardi di dollari – per rimpiazzare gli HUMVEE, 2,7 miliardi per finanziare l'aggiornamento di 130 carri armati M-1 ABRAMS e gli 800 milioni per il procurement di 197 di Armored Multi-Purpose Vehicles per il rimpiazzo degli M-113. Importanti anche gli stanziamenti per la difesa antimissile, che nel complesso si prende poco meno di 10 miliardi di dollari (più o meno la stessa cifra destinata ai programmi spaziali), che servono, tra l'altro, per l'acquisizione di 37 intercettori con capacità d'ingaggio eso-atmosferico SM-3 Block IB e di 6 più evoluti e performanti SM-3 Block IIA, di 82 intercettori per il sistema di difesa terminale con capacità d'ingaggio endo/eso-atmosferica THAAD e per il rafforzamento della Ground-based Midcourse Defense (2,1 miliardi di dollari).

Da segnalare pure gli oltre 90 miliardi di spese di ricerca e sviluppo, comprensivi di 13,7 miliardi di spese in Science & Technology, ovvero in ricerca militare pura (di base).

Chiudiamo l'analisi con le OCO (Overseas Contingency Operations), alle quali vanno 89 miliardi di dollari (di cui 10,3 miliardi che coprono attività e programmi classificati...). Di questi, 48,9 miliardi finanziano l'Operazione ENDURING SENTINEL in Afghanistan (+1,8 miliardi) e le altre attività nel Paese, dove attualmente sono stanziati 14.000 soldati americani, e comprendono pure 5,2 miliardi per addestramento, supporto ed equipaggiamento delle Forze di Sicurezza afghane; 15,3 miliardi vanno invece all'Operazione INHERENT RESOLVE (+2,3 miliardi) nel Siraq, dove operano 5.765 soldati, comprensivi tra l'altro anche di 850 milioni di euro per training ed equipaggiamento delle forze irachene e di 300 milioni per l'opposizione siriana, leggi Curdi; 6,5 miliardi sono, infine, stanziati per l'European Deterrence Initiative, che ha rimpiazzato l'European Reassurance Inititive (+1,7 miliardi), dove tra l'altro spiccano i 200 milioni per la sicurezza interna dell'Ucraina.

**Pietro Batacchi**

## Safran svilupperà i robot terrestri per l'Esercito Francese

Il Project de Science et Technologie (PST) FURIOUS, riguardante lo sviluppo di robot terrestri da fornire all'Armée de Terre nell'ambito del programma SCORPION, è stato assegnato dalla DGA alla società Safran Electronics & Defense (specializzata nel settore della robotica, dell'elettro-ottica e dei droni) che per il suo svolgimento punta alla collaborazione con le PME (Petites et Moyennes Enterprises) e a quella con le start-up nonché al sostegno del mondo accademico. Il programma PST FURIOUS prevede lo sviluppo di 3 dimostratori di robot di diverse dimensioni e per differenti impieghi (ad esempio per esplorazione e per il trasporto di materiali) che saranno inseriti in una sezione di fanteria e sperimentati in diverse configurazioni. Quello dei 3 robot di maggiori dimensioni sarà l'ERIDER sviluppato da Safran Electronics & Defense (che dal 2013, per quanto riguarda questo settore, è impegnato anche in campo civile) unitamente a Valeo e PSA.

**FL**

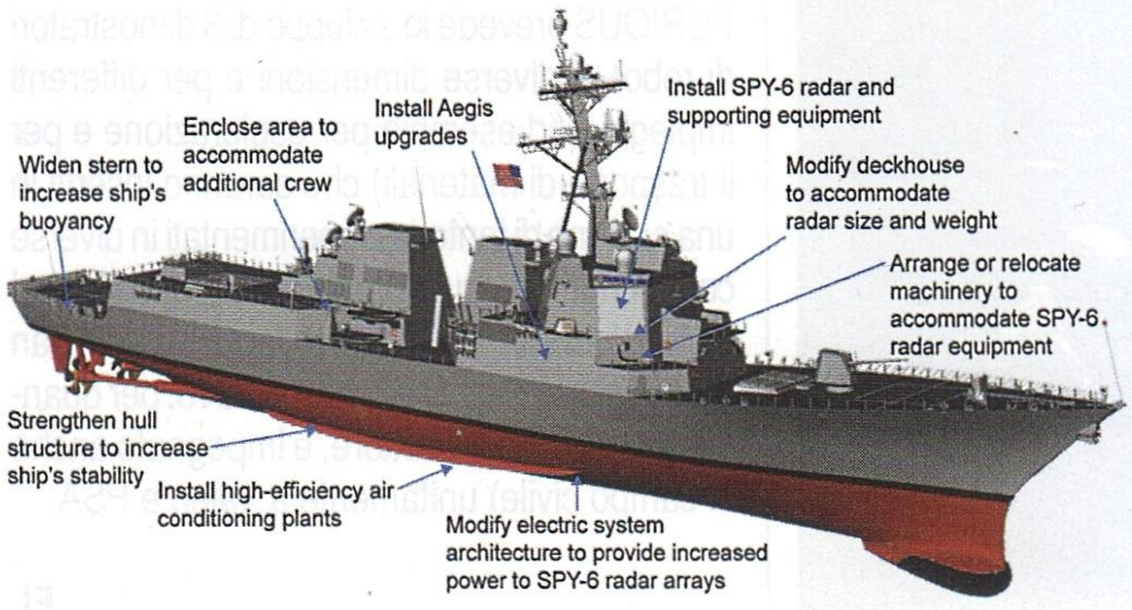
## Impostata la nuova unità da sbarco della Marina Militare

Il 20 febbraio, presso il cantiere Fincantieri di Castellammare di Stabia (NA) ha avuto luogo la cerimonia di impostazione dell'unità anfibia multiruolo LHD (Landing Helicopter Dock) della Marina Militare. La nuova unità sarà consegnata nel 2022 e rientra nel Programma navale per la tutela della capacità marittima della Difesa (la cosiddetta "Legge Navale") deciso dal Governo e dal Parlamento e avviato nel maggio 2015.
La LHD, che si dovrebbe chiamare THAON DI REVEL, sarà certificata da RINA Services in accordo con le convenzioni internazionali per la prevenzione dell'inquinamento sia per gli aspetti più tradizionali come quelli trattati dalla Convenzione MARPOL, sia per quelli non ancora cogenti, come la Convenzione di Hong Kong dedicata alla demolizione delle navi.
L'unità avrà una lunghezza di circa 215 m, un dislocameto di circa 33.000 t, una velocità massima di 25 nodi, e sarà dotata di un sistema di propulsione combinato diesel/elettrico e turbine a gas (CODLOG).
La LHD ha la sua missione principale nel trasporto di personale, veicoli e carichi di varia natura e nel trasferimento a terra degli stessi in aree portuali tramite i sistemi di bordo e in zone non attrezzate tramite imbarcazioni organiche (tra cui spiccano le unità da sbarco tipo LCM con capacità di carico fino a 60 t, 4 delle quali possono essere trasportate, varate e recuperate tramite un bacino allagabile situato nella poppa della nave). Il profilo di impiego militare della LHD prevede il trasporto e lo sbarco, in zone attrezzate e non, di truppe, veicoli militari e attrezzature logistiche utilizzando le apparecchiature e i mezzi di trasferimento in dotazione.
Nell'impiego civile la nave potrà effettuare le seguenti attività:
- supporto sanitario e ospedaliero;
- trasporto e sbarco anche in zone non attrezzate di personale e mezzi di soccorso ruotati o cingolati;
- fornitura a terra di acqua potabile e alimentazione elettrica;
- possibilità di ospitare a bordo personale specialistico o di ricoverare personale civile;
- supporto per operazioni di soccorso tramite elicotteri e battelli (di dotazione organica).

Dotata di ampie aree di imbarco/carico all'interno (circa 4.500 m² tra bacino-garage e hangar-garage) e di un ponte continuo scoperto idoneo a ricevere veicoli ruotati di vario tipo, container ed elicotteri, l'unità può assolvere molteplici missioni di tipo sia militare che civile.
Le varie aree di stivaggio del carico sono accessibili tramite rampe poppiere e laterali, e la movimentazione del carico sarà affidata a rampe interne ed elevatori. Sarà presente a bordo un ospedale completamente attrezzato, con sale chirurgiche, radiologia e analisi, gabinetto dentistico e zona degenza per 28 ricoverati gravi (ulteriori ricoveri sono possibili in moduli container opportunamente attrezzati).

## Al via la costruzione dei primi 2 caccia BURKE Flight III

Entro maggio dovrebbe aver luogo l'inizio della costruzione dei primi 2 nuovi cacciatorpediniere dell'US Navy classe BURKE Flight III, e cioè quella del JACK LUCAS (DDG-125) assegnato nel giugno 2017 ai cantieri Huntington Ingalls Industries (HII) e quella del LOUIS H WILSON JR (DDG-126) assegnato ai cantieri General Dynamics Bath Iron Works (BIW) nel settembre 2017, con i costi di ambedue le unità sostenuti dai finanziamenti dei FY 2018-22.
I nuovi BURKE Flight III, che a giudicare dalle immagini finora divulgate non presentano diversità significative nella loro configurazione generale rispetto ai predecessori, sono caratterizzati soprattutto dalla presenza del nuovo radar polifunzionale in banda S a lunga portata – ovviamente del tipo phased array attivo (AESA) – designato AN/SPY-6 (V1) realizzato dalla Raytheon con la designazione ADMR-S – che sostituirà il tradizionale AN/SPY-1D consentendo al sistema di combattimento AEGIS prestazioni di gran lunga superiori.




*Un disegno al computer che mette in evidenza le novità introdotte con la variante Flight III dei caccia classe BURKE.*

## Varato il KARANJ

Presso il cantiere Mazagon di Mumbai è stato varato il sottomarino KARANJ, terza unità della classe KALVARI (tipo francese SCORPENE costruito su licenza), classe costituita da 6 battelli da 1.615 t / 1.780 t in immersione, lunghi 67,5 m e larghi 6,2 m, il cui capoclasse è stato consegnato il 14 dicembre 2017, il secondo (battezzato KHANDERI) è stato varato il 12 gennaio 2017 ed è prossimo alla consegna, mentre gli altri 3 (battezzati VELA, VAGIR e VAGSHEER) sono in costruzione. I battelli rientrano nel programma P75 volto a sostituire i sottomarini delle classi SINDHUGHOSH (tipo KILO russo) e SHISHUMAR (tipo U-209 tedesco) con unità dotate di sistema AIP.

## L'US Navy chiede una FREMM "customizzata" alla Fincantieri

Ora è ufficiale. Dopo mesi di dibattito, l'US Navy ha assegnato a Fincantieri, attraverso la sussidiaria Marinette Marine (il cantiere che realizza le LCS classe FREEDOM, acquistato dal colosso italiano nel 2009), un contratto da 15 milioni di dollari – circa 12 milioni di euro – per lo sviluppo di una versione customizzata delle FREMM. Il contratto rientra nel programma per la realizzazione di 20 fregate multiruolo di nuova generazione, denominato FFG(X), che va a integrare quello per le LCS, le piccole unità modulari multimissione, rivelatesi non del tutto adeguate alle esigenze della US Navy, e scese dalle 52 unità inizialmente previste, a 32.
Con Fincantieri, che lavorerà con Gibbs & Cox e Trident Maritime Systems per adeguare le FREMM agli standard fissati dalla Marina Americana, altri 4 soggetti si sono aggiudicati contratti di sviluppo analoghi: Austal USA, Lockheed Martin - entrambe svilupperanno piattaforme derivate dalle LCS (le cosiddette LCS 2.0, che nel caso di Lockheed Martin andrebbero comunque realizzate presso Marinette Marine) - General Dynamics Bath Iron Works, che presenta una versione customizzata delle F-100 di Navantia, e Huntington Ingalls Industries, fattasi avanti con la versione combat dei cutter alturieri classe LEGEND in fase di costruzione per la Guardia Costiera americana. Un gruppo escluso, Atlas USA e ThyssenKrupp Marine Systems, che puntava su un'evoluzione molto spinta del progetto tedesco MEKO, ha annunciato ricorso. I tempi del programma americano sono comunque stringenti: selezione del progetto vincitore entro il 2019, contratto e cantierizzazione entro il 2020, con costi stimati di 800-950 milioni di dollari per unità. La proposta Fincantieri punta soprattutto su 2 fattori favorevoli: l'efficienza del polo produttivo di Marinette Marine, che ha realizzato o sta realizzando 16 LCS, e la maturità del progetto FREMM, concretizzatosi nella fregata considerata la più avanzata del mondo, tra quelle oggi operative – non sulla carta o appena cantierizzate –, soprattutto dopo i problemi emersi nei collaudi delle F-125 tedesche. La FREMM di Fincantieri, da tempo già in uso con la Marina Militare e ordinata in 10 esemplari, è in gara, con ottime chance di vittoria, anche per il programma australiano SEA-5000, relativo a 9 nuove fregate antisom, ed è proposta pure per le 5 unità destinate al programma PROSUPER brasiliano che sembra tornare di attualità.

**Giuliano Da Frè**

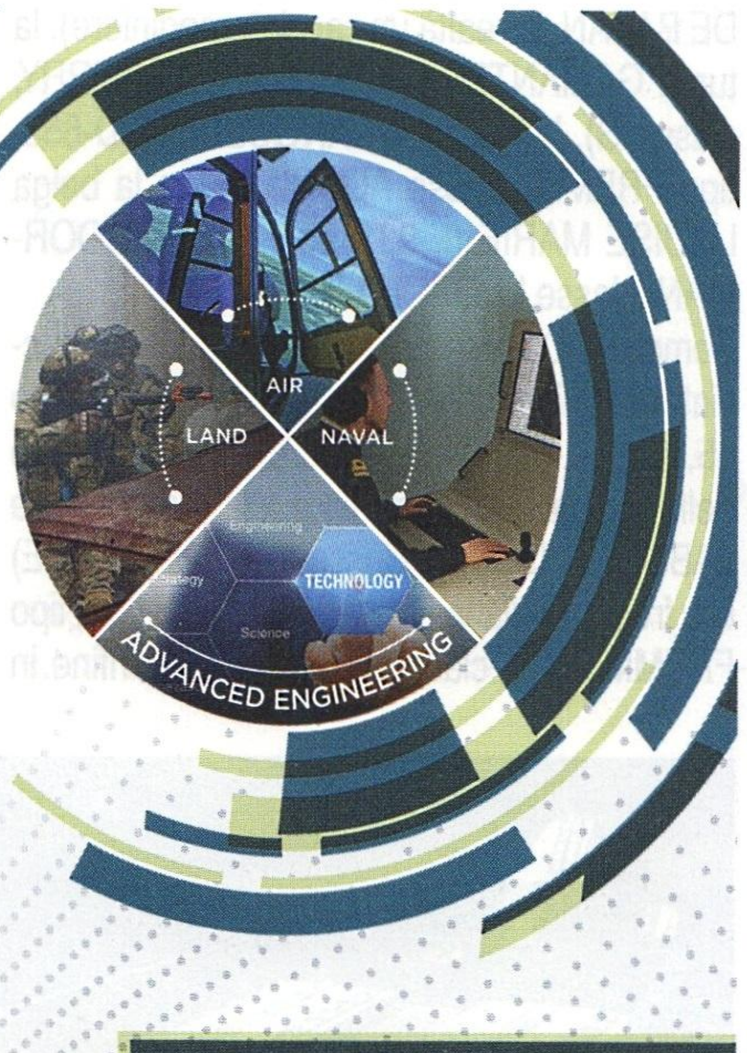
***La fregata LUIGI RIZZO (tipo FREMM multiruolo o General Purpose) in navigazione.***

SIMULATION | TRAINING | EDUCATION

ITEC

15-17 May 2018
Stuttgart, Germany

The International Forum for the Military Simulation, Training & Education Community




2,500 industry specific attendees

80+ international VIPs

60+ countries represented

4 conference streams

REGISTER NOW AT WWW.ITEC.CO.UK

Visit **www.itec.co.uk** to find out more or contact us today at **team@itec.co.uk**

www.itec.co.uk/twitter
www.itec.co.uk/linkedin
www.itec.co.uk/facebook

Platinum Sponsor RHEINMETALL GROUP
Gold Sponsor THALES
Lead Media Partner mst& MAGAZINE
Certified by CPD CERTIFIED
Organised by NTSA CLARION EVENTS
Organisers of ADECS ASIA DEFENCE EXPO & CONFERENCE SERIES 2019

## DYNAMIC MANTA 2018 nell'alto Mar Ionio

Si è svolta a marzo l'esercitazione DYNAMIC MANTA 2018, il primo dei 2 annuali appuntamenti addestrativi organizzati dalla NATO. Le manovre sono state gestite dall'Allied Maritime Command (MARCOM) con sede a Northwood in Inghilterra e poste sotto il controllo dei Comandi NATO Allied Maritime Air Command (MARAIRNATO) e Submarine Command (COMSUBNATO). Vi hanno partecipato unità di superficie, sottomarini e velivoli appartenenti a 10 Paesi (Belgio, Canada, Francia, Germania. Grecia, Italia, Spagna, Turchia, Regno Unito, Stati Uniti) che hanno dispiegato 9 unità di superficie, 6 sottomarini, 10 velivoli da pattugliamento marittimo e 10 elicotteri. L'Italia ha messo a disposizione le strutture della base navale di Augusta e di quella aerea di Sigonella, consentendo pure l'impiego del porto di Catania per l'ormeggio delle unità, tutte alle dipendenze del Commodoro Mike Utley (R.N.), Comandante del SNMG2. Ad Augusta hanno sostato i seguenti sottomarini: lo spagnolo MISTRAL (S-73, tipo AGOSTA, classe GALERNA), l'italiano ROMEI (S-516, tipo U-212A 2ª Serie); il turco PREVEZE (S-353, tipo 209/1400, classe PREVEZE), il canadese WINDSOR (SSK-877 tipo UPHOLDER, ex Royal Navy, classe VICTORIA). A Catania invece sono stati ospitati il sommergibile greco MATROZOS (S-122, tipo 214, classe PAPANIKOLIS) e le seguenti fregate: la greca HELLI (F-450, tipo KORTENAER, classe HELLI), le spagnole VICTORIA (F-82, tipo O.H. PERRY, classe SANTA MARIA) e CRISTOBAL COLON (F-105, classe ALVARO DE BAZAN, in realtà un cacciatorpediniere), la turca GAZIANTEP (F-490, tipo O.H. PERRY, classe G), la francese LANGUEDOC (D-653, tipo FREMM, classe AQUITAINE) e la belga LOUISE MARIE (F-931, tipo KAREL DOORMAN, classe LEOPOLD I).

Sempre a Catania era presente anche il cacciatorpediniere britannico DUNCAN (D-37, tipo 45, classe DARING), mentre facevano parte della formazione pure il caccia statunitense LABOONS (DDG 58, classe ARLEIGH BURKE) e la fregata italiana CARABINIERE (F-593, tipo FREMM ASW, classe BERGAMINI), infine in alto mare ha operato il sottomarino nucleare d'attacco J. WARNER (SSN-785, classe VIRGINIA). La componente aerea ha incluso, oltre agli elicotteri imbarcati sulle unità di superficie, i velivoli da pattugliamento marittimo dell'US Navy (2 P-8A POSEIDON ed un P-3C ORION Update IIIR del VP-45 PELICANS) e gli elicotteri della Royal Navy (una coppia di EH-101 MERLIN HM2 appartenenti ai Naval Air Squadrons 814 e 829) e della Marina Militare (diversi EH-101 del 3º Gruppo Elicotteri). Tutti questi velivoli hanno operato dalla base aerea di Sigonella: i MERLIN britannici, in particolare, sono giunti a MARISTAELI-Catania dopo un lungo volo di trasferimento da Culdrose, in Cornovaglia (percorrendo 1.400 miglia in 3 giorni).

Scenario operativo delle manovre è stato l'alto Mare Ionio tra la Sicilia orientale e la Grecia, dove le unità di superficie, i sommergibili e gli aeromobili delle nazioni dell'Alleanza partecipanti si sono esercitati in attività anti-submarine warfare ed anti-surface warfare, sviluppando un approfondito training finalizzato a verificare ed elaborare, sulla base delle esperienze comuni acquisite, procedure e criteri di prontezza operativa, antisom e per il contrasto di superficie. Mediante la presenza di scenari addestrativi a difficoltà crescente, che andavano dalla bassa all'elevata complessità, l'esercitazione ha permesso altresì di istituire un coordinamento delle operazioni tra le Marine appartenenti a diverse Nazioni ed operanti in un contesto di molteplici minacce.

Per l'occasione, l'Autore ha potuto visitare alcuni sottomarini in sosta ad Augusta ed imbarcarsi a Catania sul cacciatorpediniere DUNCAN della Royal Navy.

L'imbarco a Catania sulla "flag ship" DUNCAN (nella foto un particolare della zona di prua) ci ha consentito di prendere parte all'avvio dell'esercitazione, avvenuto con l'uscita dal porto della formazione verso l'alto mare.

Le linee angolate e pulite delle fiancate dello scafo e delle sovrastrutture di questo Type 45, caratterizzato dall'alta torre poliedrica del radar multifunzionale BAE Systems SAMPSON e da quella squadrata del radar di scoperta a lungo raggio BAE System-Thales S1850M, non potevano non richiamare innanzitutto l'originaria comune gestazione progettuale insieme a Francia e Italia per lo sviluppo della classe ORIZZONTE, con la quale le 6 unità di questa classe condividono il sistema missilistico superficie-aria PAAMS (Principal Anti Air Missile System) ed i missili ASTER 15 ed ASTER 30 di MBDA.


(Foto: Autore)

In porto la nave era presidiata da 2 postazioni armate (poste sul ponte, una per lato, sotto la sporgenza delle ali di plancia) munite di mitragliatrici a 6 canne rotanti (tipo Gatiling) M-134D Minigun da 7,62 mm; al di sopra, sui bordi delle rispettive ali di plancia, erano presenti altre 2 mitragliatrici singole FN MAG (L-7A2) in calibro 7,62 mm. All'interno della nave la semioscurità dell'ampio e basso Combat Operations Center con numerose consolle destinate ai diversi sistemi, faceva già presagire quali sarebbero stati i ritmi dell'esercitazione che si stava avviando, mentre in un attiguo locale erano presenti anche membri di altre Marine della NATO che interagivano con i colleghi britannici. Più piccola e tranquilla invece la vicina centrale operativa di propulsione, sorvegliata da alcuni tecnici in tuta bianca. Numeroso il personale femminile imbarcato, sia nel ruolo ufficiali che sottufficiali e marinai; peraltro, lo stesso Comandante dell'unità era una donna, il Commander Eleanor Stack. Transitando negli spaziosi corridoi interni si raggiungeva un ampio locale riunioni (dove è avvenuto un breve incontro con il Commodore Utley ed il Rear Admiral Lennon), del tutto minimale negli arredi, sormontato soltanto dalle foto ufficiali dei Reali britannici e dalla storica immagine del Duca di Duncan, ben "agganciate" alle pareti per evitarne la pericolosa proiezione in caso di scoppi o spostamenti d'aria. Non a caso, inoltre, passando per un ponte, una piccola tabella con la famosa foto dell'HM. SHEFFIELD in fiamme nel 1982, riconfermava come il ricordo delle Falklands sia ancora ben presente a bordo delle unità britanniche in tema di incendi e danni a bordo. La successiva fase fotografica della formazione veniva suggellata dagli stretti sorvoli sulla formazione dell'elicottero AW-159 WILDCAT HMA2 dell'815º Sqn. ospitato a bordo, che, più tardi, ci avrebbe riportato a terra. Il DUNCAN era la più grossa unità della formazione e pertanto ha costituito uno dei prioritari "bersagli" per gli attacchi dei sommergibili: è stato lo spagnolo MISTRAL il primo a farsi sotto all'alba del mattino del quinto giorno di manovre, ma dovendo però sfidare la "caccia" dei MERLIN britannici. Sempre nella fase centrale delle manovre alcune unità hanno infine effettuato il rifornimento di combustibili grazie all'intervento dell'USS PATUXENT (T-AO-201). La delicata situazione internazionale, continuamente in evoluzione, esige una sorveglianza costante, efficace e soprattutto credibile per quanto riguarda la sicurezza delle rotte marittime, del traffico mercantile e militare, dei territori e delle comunità retrostanti, soprattutto per quanto riguarda le minacce che possono provenire dalle profondità del mare: è questa, in sintesi, la ragion d'essere, nel settore specifico della lotta antisommergibile, di una complessa attività addestrativa annuale quale la DYNAMIC MANTA.

**Antonello Forestiere**

## Gli F-35A operativi con l'Aeronautica

A partire dal 1º marzo gli F-35A del 32º Stormo di Amendola sono entrati ufficialmente a far parte del dispositivo di difesa aerea nazionale "in quanto inseriti operativamente a pieno titolo nel Servizio di Sorveglianza dello Spazio Aereo (S.S.S.A.), fondamentale compito istituzionale dell'AM". In pratica, l'AM ha annunciato il conseguimento della capacità operativa iniziale in ambito nazionale da parte del velivolo, i cui esemplari italiani, come noto, sono prodotti dalla FACO (Final Assembly and Check Out) di Cameri nel quadro di un accordo tra Difesa, Lockheed Martin e Leonardo. Questo significa che, a partire dal 1º marzo, l'F-35A dell'AM è in prontezza d'allarme con uno Standard Conventional Load (SCL) per la difesa aerea, che dovrebbe comprendere al momento solo il missile aria-aria AIM-120 AMRAAM, considerando che l'AM non è dotata del missile aria-aria a corto raggio AIM-9X (integrato sul velivolo con la release Block 3F ed impiegabile solo dalle rotaie alle tips).

L'AM ha proseguito nel suo comunicato dicendo che "la validazione di questa capacità è stata ottenuta attraverso un intenso e complesso addestramento degli equipaggi e del personale tecnico del Reparto ed a seguito di numerosi test svolti con esito positivo in piena sinergia e coordinamento con gli altri enti di Forza Armata preposti alla difesa aerea. Questo a testimonianza dell'ampia versatilità operativa del sistema d'arma, concepito per assolvere a numerose tipologie di operazioni aeree, con la caratteristica unica di essere capace di ricevere e ridistribuire un flusso straordinario di informazioni essenziale per conseguire l'information superiority, elemento nodale delle operazioni aeree complesse".

Ad oggi, il 32º Stormo di Amendola sta operando con 5 F-35A che da tempo stanno svolgendo test per valutarne le capacità e l'interoperabilità con tutti gli altri velivoli ed assetti della Forza Armata. Il velivolo ha volato regolarmente in questi mesi con TYPHOON, AMX, G550 CAEW, M-346, ecc. dimostrando, come ci ha rivelato una nostra fonte dell'AM "capacità ben al di là delle aspettative ed offrendo la possibilità di fare molto di più di quanto ci si potesse immaginare". Altri 4 velivoli dell'AM, invece, sono di stanza nella base dell'USAF di Luke – hub internazionale per il training della flotta di F-35 – assieme a 5 istruttori.

## Primo volo per l'elicottero non pilotato Leonardo SW-4 SOLO

Leonardo ha annunciato che l'elicottero a controllo remoto SW-4 SOLO ha completato con successo il suo primo volo senza pilota a bordo presso l'aeroporto di Taranto-Grottaglie. L'elicottero è rimasto in volo per 45 minuti, soddisfacendo le attese e mostrando eccellenti doti di controllabilità dei sistemi e di manovrabilità. I test effettuati hanno compreso, tra gli altri, accensione e spegnimento dei motori da remoto, decollo e atterraggio automatico, volo stazionario e traslato verso e dalla zona di operazioni e simulazione di una missione di sorveglianza. L'SW-4 Solo ha raggiunto una quota di circa 450 metri e una velocità di circa 110 km/h. Il SOLO, derivato dell'elicottero SW-4 prodotto nello stabilimento di Leonardo in Polonia, è unico nel suo genere perché progettato per operare con o senza pilota a bordo (RUAS/OPH – Rotorcraft Unmanned Aerial System/Optionally Piloted Helicopter). L'avvio delle campagne sperimentali a Grottaglie risale al dicembre 2016, intervallate da varie attività di prova in Polonia, con l'obiettivo di verificare le caratteristiche di condotta del velivolo e validarne le procedure di volo, in condizioni sia normali che di emergenza.

Le prime attività in Italia sono state svolte nell'ambito di una collaborazione avviata nel 2015 tra Leonardo, Aeroporti di Puglia (AdP) ed il Distretto Tecnologico Aerospaziale (DTA) per il "Grottaglie Test Bed", che si candida così a diventare la soluzione italiana alla richiesta dell'industria nazionale ed europea per la sperimentazione di velivoli unmanned. Tra gli obiettivi, anche la validazione di procedure e normative per l'impiego di velivoli senza pilota. Le prove effettuate hanno beneficiato inoltre della forte collaborazione assicurata da ENAC e ENAV. L'SW-4 SOLO è stato peraltro protagonista di altre campagne dimostrative di successo in Italia e nel Regno Unito.

## Rollout per il primo GLOBAL EYE degli EAU

Lo scorso 23 febbraio Saab ha effettuato il rollout del primo velivolo multiruolo da sorveglianza GLOBAL EYE destinato agli Emirati Arabi Uniti. L'aeroplano fa parte di un lotto di a3 velivoli da consegnare al Paese del Golfo: i primi 2 sono stati ordinati nel novembre 2015, mentre un terzo è stato aggiunto a febbraio dell'anno scorso. Tuttavia, almeno per il momento, la compagnia svedese non ha comunicato alcuna data certa per la consegna. Nei prossimi mesi, il velivolo effettuerà i test a terra, per poi passare a quelli in volo, anche se non è dato sapere esattamente quando entrambi potranno iniziare. Il sistema GLOBAL EYE, installato su un Bombardier GLOBAL 6000, è basato su una variante evoluta del classico radar aeroportato Saab ERIEYE. Il nuovo radar, denominato ERIEYE ER (Extendend Range), lavora in banda S e comprende moduli che come semi-conduttore usano il nitruro di gallio (GaN), in grado di garantire all'apparato maggiore potenza e portata, un segnale più intenso e puro e la possibilità di scoprire anche bersagli con ridotta RCS. Oltre all'ERIEYE ER, il GLOBAL EYE dispone anche del radar a scansione elettronica attiva AESA SEASPRAY 7500E, prodotto da Leonardo, che offre la necessaria ridondanza per la scoperta ed il tracciamento dei bersagli terrestri (anche quelli di piccole dimensioni in movimento), in abbinamento alla consueta torretta IR/TV STAR. Scelti da 30 clienti internazionali, i radar avionici AESA di sorveglianza di Leonardo rappresentano un vero e proprio successo internazionale. Il SEASPRAY 7500E è in servizio presso la Guardia Costiera USA, mentre il SEASPRAY 7000E equipaggia gli elicotteri AW159 WILDCAT della Royal Navy; il SEASPRAY 7300E è a bordo dei velivoli P-72A dell'Aeronautica Militare italiana e il SEASPRAY 5000E è stato recentemente selezionato dalla Marina del Bangladesh per missioni anti-contrabbando e anti-inquinamento. Un altro radar AESA di Leonardo, l'OSPREY a facce fisse, è a bordo dei nuovi elicotteri AW-101 per ricerca e soccorso dell'Aeronautica Norvegese ed è stato selezionato dall'US Navy per equipaggiare i RUAV MQ-9C FIRE SCOUT.

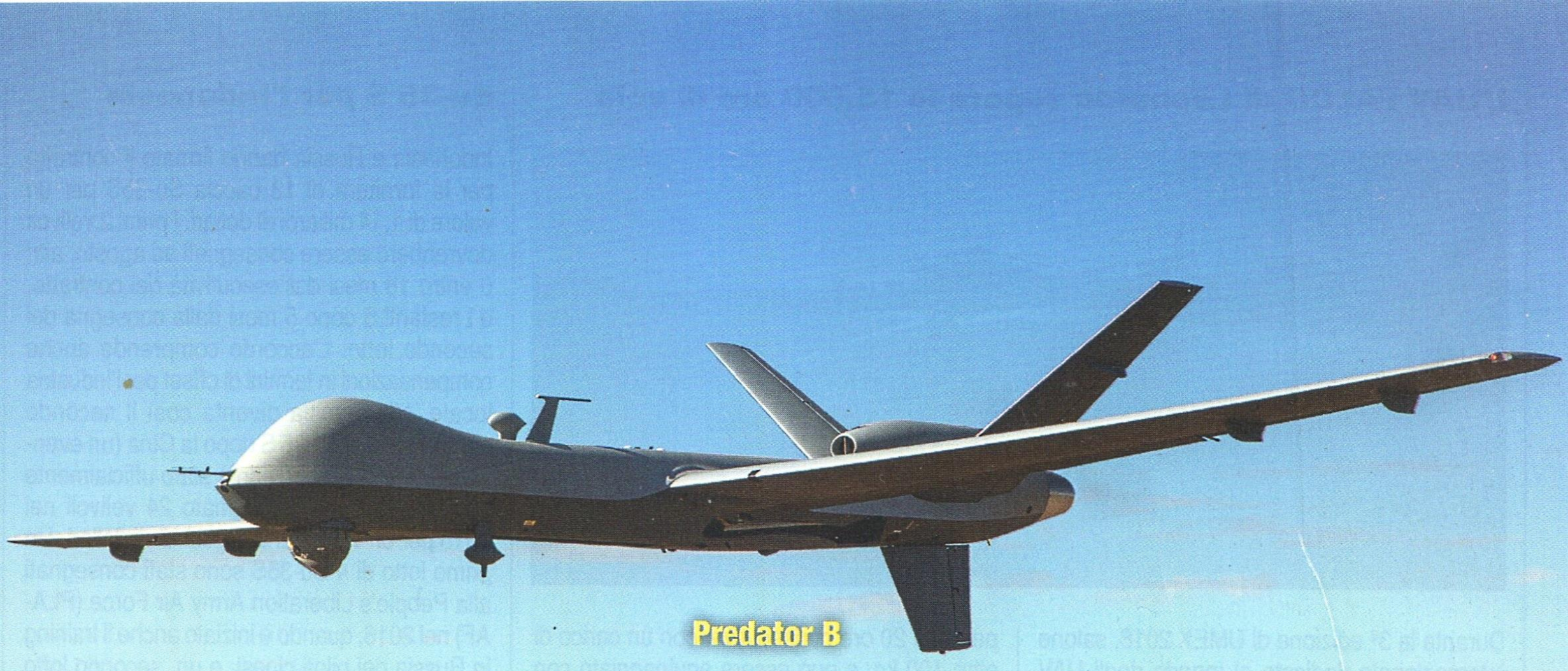
## L'India riavvia il programma per un nuovo velivolo cisterna

L'India sembra aver emesso una RFI (Request For Information) per l'acquisizione di un'aerocisterna dopo che, in passato, i 2 precedenti tentativi che avevano portato alla selezione dell'Airbus A330MRTT ai danni dell'Ilyushin Il-78, erano andati a vuoto. Come noto, infatti, il contratto con Airbus non è mai stato firmato a causa dei costi, giudicati eccessivi. Ma adesso, con la metà dei 6 Il-78 tanker già in servizio messi a terra, per l'India si ripropone l'urgenza di acquisire nuove aerocisterne. In competizione c'è anche il Boeing KC-46 PEGASUS.

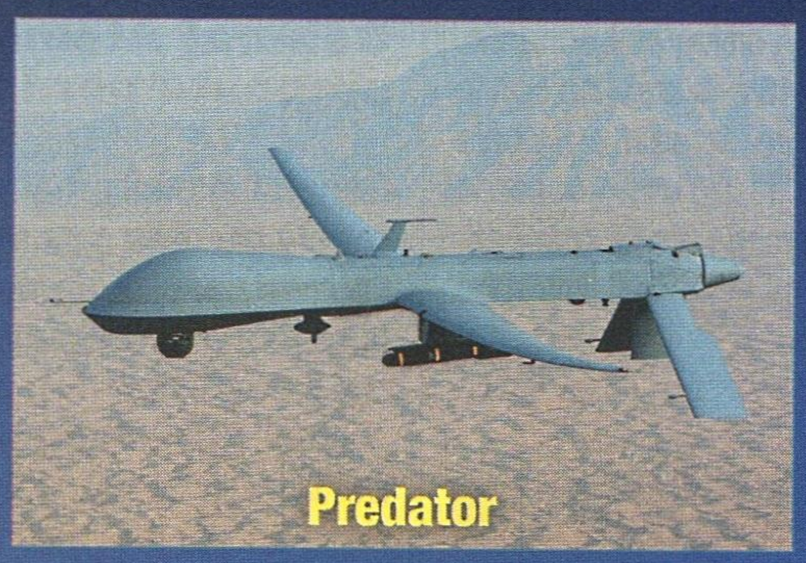
## Nuovo motore per il Su-57 PAK-FA

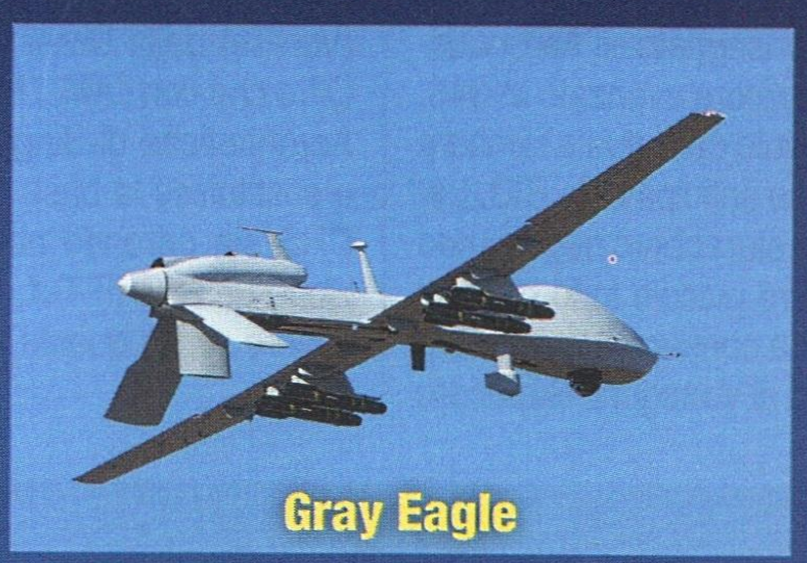
Durante un volo durato 17 minuti, effettuato lo scorso 5 dicembre, presso la base aerea di Zhukovsky, è stato testato per la prima volta il nuovo motore NPO Saturn Izdeliye 30 che dovrebbe equipaggiare il caccia russo di 5ª Generazione Su-57. Durante il volo l'aereo impiegato era equipaggiato con un unico motore Izdeliye 30 - montato internamente alla gondola sinistra -, caratterizzato da una lunghezza inferiore e da ugelli con petali seghettati, rispetto al Izdeliye 117M, alloggiato sulla parte destra del velivolo. Fino a quel momento, infatti, i velivoli impegnati nel programma di test montavano, appunto, propulsori NPO Saturn AL-41FM1/Izdeliye 117M, derivati dal turboventola a spinta vettoriale AL-41F-1S/Izdeliye 117S sviluppato per il Su-35S. Secondo i programmi dell'Aeronautica Russa, a partire dal 2020 tutti i Su-57 impiegati nelle prove di valutazione e, ovviamente quelli operativi una volta entrati in servizio effettivo, saranno spinti dai nuovi Izdeliye 30 che, rispetto all'esemplare oggetto dell'ultimo test, potrebbero essere ulteriormente migliorati, garantendo maggiore spinta (si parla di 17.000 kg di spinta, rispetto agli attuali 14.500 kg) e minor consumo di carburante, a fronte di un peso minore (da 1.450 kg a 1.400 kg) e di una netta riduzione dei tempi di manutenzione. Attualmente sono 10 i Su-57 impiegati nella prima parte di test riguardanti, oltre alle prestazioni del nuovo propulsore, la stabilità e la controllabilità dell'aereo a velocità subsoniche e supersoniche, sia a bassa che ad alta quota, e ad angoli di attacco particolarmente spinti. Inoltre, sono in fase di collaudo tutte le componenti avioniche, i vari sistemi d'arma imbarcabili nelle diverse configurazioni (superiorità aerea, attacco al suolo, multiruolo e sensore avanzato) e sono già state effettuate prove di rifornimento in volo. Il test del nuovo propulsore avviene pochi giorni prima della pubblicazione del piano decennale 2018-2027 per l'acquisizione di armamenti redatto dal Cremlino, nel quale la voce "Forze Aerospaziali" vedrà un deciso programma di aggiornamento della propria componente da combattimento. E' probabile, tuttavia, che tale ammodernamento non preveda l'acquisizione di grossi quantitativi di Su-57 ai quali continueranno ad essere "preferiti" cacciabombardieri Su-34 FULLBACK (con un rateo di 12/14 aerei l'anno), caccia multiruolo S-30SM FLANKER-H (16/18 velivoli l'anno) e Su-35S FLANKER-E (alla fine del 2016 è stato firmato un contratto per 50 aerei che entreranno in servizio entro il 2020) e caccia multiruolo MiG-35 (anche qui non sembrano essere previsti grandi numeri). Tornando al Su-57, è verosimile ritenere che, una volta conclusa la prima fase di test – tra la fine del 2018 e l'inizio del 2019 – venga impostato un lotto di pre-produzione, con prime consegne previste all'Aeronautica Russa per la seconda metà del 2019, ad un ritmo di 2/3 aerei l'anno – per un totale di 12 esemplari - che saranno impiegati nella fase di valutazione operativa. Terminata tale fase, entreranno progressivamente in servizio i velivoli prodotti in serie che, entro il 2026, dovrebbero ottenere la piena capacità operativa. Tutto, però, dipenderà dalle effettive disponibilità economiche della Difesa russa, ultimamente certo non così cospicue.

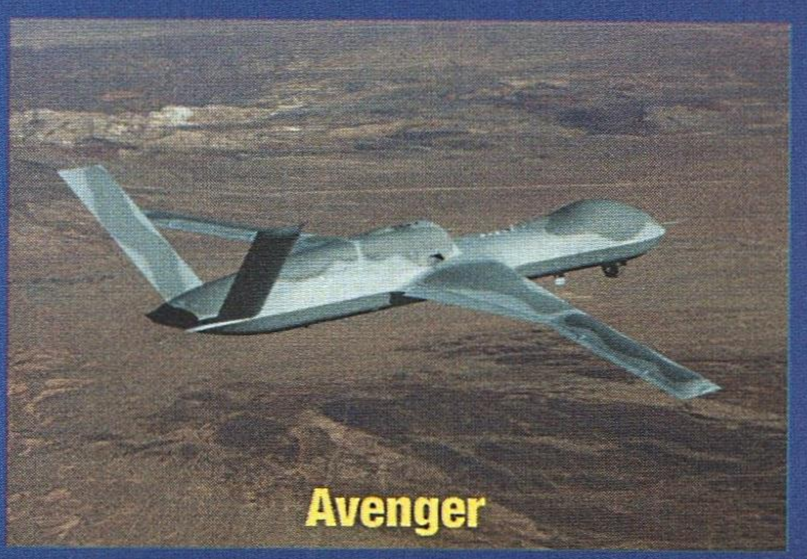
**Andrea Mottola**




# SURPASSING 5 MILLION FLIGHT HOURS






www.ga-asi.com

©2018 General Atomics Aeronautical Systems, Inc.

GENERAL ATOMICS
AERONAUTICAL

Leading The Situational Awareness Revolution

## L'UAV FALCO di Leonardo supera le 15.000 ore di volo

Durante la 3ª edizione di UMEX 2018, salone internazionale dedicato al mondo degli UAV svoltosi ad Abu Dhabi, Leonardo ha comunicato che l'UAV FALCO (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto, SAPR) ha raggiunto l'importante traguardo complessivo di oltre 15.000 ore di volo operative.
Attualmente sono oltre 50 i FALCO operativi in tutto il mondo, con 5 diversi clienti (Pakistan, Turkmenistan, Arabia Saudita, Giordania e ONU). Per quanto riguarda l'ONU (nella foto), dal 2013 il velivolo viene impiegato, come noto, nell'ambito della missione MONUSCO (Repubblica Democratica del Congo). I FALCO sono in continua evoluzione. L'ultimo modello, il FALCO EVO, che è già in servizio con un primo cliente su 2, è in grado di volare per oltre 20 ore consecutive, con un carico di oltre 100 kg, e può essere equipaggiato con sensori ad alta capacità, tra cui il radar AESA a facce fisse OSPREY e il radar multimodo alleggerito GABBIANO UL (Ultra-Light), prodotti dalla stessa Leonardo, a cui i clienti possono aggiungere sistemi terzi. Leonardo è la sola azienda in Europa in grado di offrire un sistema SAPR completo, inclusi sensori, sistema di gestione della missione e stazione di controllo di terra. Il FALCO è anche il solo velivolo a pilotaggio remoto europeo della sua categoria ad essere stato esportato e operato da clienti internazionali. Al momento Leonardo sta sviluppando anche un'ulteriore variante, più pesante e prestante, del FALCO, denominata FALCO 48.

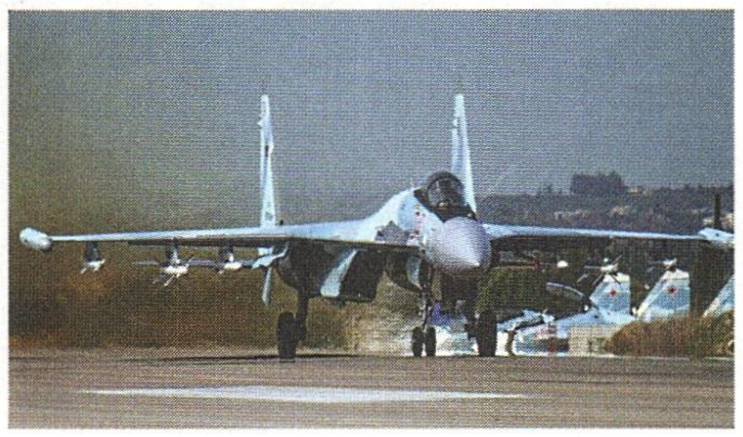
## Consegnato all'Aeronautica il 18º M-346

Leonardo Velivoli ha consegnato all'Aeronautica Militare il 18º addestratore avanzato M-346. Si tratta dell'ultimo velivolo dell'attuale fornitura per l'AM. Tuttavia, come anticipato da RID, Leonardo e l'Aeronautica starebbero negoziando l'acquisizione di un altro piccolo lotto di aerei (presumibilmente 6). La consegna è avvenuta presso il sito produttivo di Venegono Superiore (Varese) della Divisione Velivoli di Leonardo. Oltre che con l'AM, l'M-346 è in servizio con le Aeronautiche di Singapore, Israele e Polonia e costituisce la base del T-100 che Leonardo DRS sta offrendo nell'ambito della competizione dell'USAF T-X, il cui vincitore dovrebbe essere scelto questa estate.

**ANic**

## Su-35 S per l'Indonesia

Indonesia e Russia hanno firmato il contratto per la fornitura di 13 caccia Su-35S per un valore di 1,14 miliardi di dollari. I primi 2 velivoli dovrebbero essere consegnati ad agosto, altri 6 entro 18 mesi dall'esecutività del contratto, e i restanti 5 dopo 5 mesi dalla consegna del secondo lotto. L'accordo comprende anche compensazioni in termini di offset per l'industria locale. L'Indonesia diventa così il secondo acquirente del Su-35 S dopo la Cina (un eventuale terzo, il Sudan, non è stato ufficialmente confermato), che ha ordinato 24 velivoli nel 2015 per un valore di 2,5 miliardi di dollari. Un primo lotto di 4 Su-35S sono stati consegnati alla People's Liberation Army Air Force (PLAAF) nel 2016, quando è iniziato anche il training in Russia dei piloti cinesi, e un secondo lotto di 10 lo scorso anno. Quest'anno, invece, è prevista la consegna della tranche finale di 10 esemplari. Tornando all'Indonesia, questa ha già in servizio 5 caccia intercettori monoposto Su-27SK e 11 multiruolo biposto Su-30 MK2, l'ultimo dei quali consegnato nel 2013, oltre a 24 F-16 ex Guardia Nazionale (19 monoposto e 5 biposto) aggiornati allo standard Block 52ID.



## General Atomics cambia la proposta per lo STINGRAY

General Atomics ha annunciato che non correrà più nella gara MQ-25 STINGRAY per l'acquisizione di un nuovo UAV imbarcato tanker/ISR (con capacità secondaria di strike) con il SEA AVENGER, versione navalizzata a getto del REAPER, bensì con un nuovo design. Del velivolo non si sa di più se non che sarà molto prestante in quanto propulso dal nuovo turbofan ad alto rapporto di diluizione Pratt & Whitney PW815 che, rispetto al Pratt & Whitney PW545B del SEA AVENGER, offre una potenza 4 volte superiore. Allo stesso tempo, General Atomics ha annunciato i suoi partner nell'offerta. Tra questi, Boeing/Insitu – un annuncio a sorpresa, considerando che Boeing concorre per lo STINGRAY con una propria piattaforma svelata a fine 2017 – UTC Aerospace Systems (carrello), L3 Technologies (comunicazioni), BAE Systems (pianificazione di missione e software per la cyber security), Rockwell Collins (navigazione e radio digitali) e GKN Aerospace Fokker (gancio d'arresto). Alla gara STINGRAY partecipa anche Lockheed Martin che, però, non ha ancora rilasciato molti dettagli circa la sua proposta, mentre Northrop Grumman ha abbandonato la competizione.

a cura di Lorenzo Marinone

# Aggiornamento sull'evoluzione del conflitto siriano

**Lo scorso 20 febbraio un convoglio di milizie lealiste ha raggiunto Afrin, nel nord-ovest della Siria, in supporto alle forze curde che da un mese esatto erano impegnate a resistere all'offensiva dell'Esercito Turco (Operazione RAMOSCELLO D'ULIVO).**

Il loro dispiegamento, in particolare sul fronte di Jinderes, non solo non ha indotto Ankara a bloccare le operazioni, ma è avvenuto nonostante le pressioni esercitate nelle settimane precedenti dal Governo turco sulla Russia e sull'Iran, alleati di Damasco, ma, allo stesso tempo, animatori del processo negoziale di Astana insieme alla Turchia. Benché finora, per il numero di effettivi, questo contributo sembri più che altro simbolico, mette in luce la precarietà degli attuali equilibri del conflitto siriano. Infatti, dopo le decisive vittorie militari del fronte lealista sulle forze anti-governative, culminate nella riconquista di Aleppo (dicembre 2016), la creazione del tavolo negoziale di Astana ha svolto 2 funzioni fondamentali. Innanzitutto, ha permesso a Russia e Iran di congelare la situazione nell'ovest del Paese per sferrare offensive verso Raqqa, Deir Ezzor e il confine siro-iracheno, consolidare il regime di Assad e impedire che il vuoto lasciato dalla sconfitta dello Stato Islamico fosse riempito dalle Forze Democratiche Siriane curdo-arabe appoggiate dagli USA. In secondo luogo, Astana ha rappresentato una fondamentale cabina di regia congiunta per smussare le divergenze tra Ankara, Teheran e Mosca. In particolare, ha permesso alla Turchia di focalizzare le proprie attenzioni sul contrasto delle forze curde in cambio della netta diminuzione del supporto alla compagine anti-governativa e, quindi, di ritagliarsi una sfera di influenza nel nord del Paese.

Tuttavia, con l'esaurirsi delle offensive verso est e l'emergere di un'ampia zona di influenza americana a oriente dell'Eufrate, si definiscono con maggiore chiarezza nuove priorità per Russia e Iran e iniziano a venir meno i presupposti su cui si è basato il processo di Astana. In questo quadro, la maggior presenza di truppe turche in territorio siriano ha portato a un aumento evidente delle tensioni tra Ankara e Teheran. Infatti, fin dallo scorso 8 ottobre, la Turchia ha istituito 6 avamposti all'interno della sacca ribelle di Idlib, bloccando una possibile offensiva lealista verso il capoluogo e le enclave assediate di Fua e Kafraya. Benché tali avamposti fossero previsti dall'accordo di Astana, un convoglio con personale turco giunto ad al-Eis il 30 gennaio scorso è stato bersagliato con colpi d'artiglieria da parte di alcune milizie filo-iraniane. L'opposizione iraniana alle operazioni turche in Siria è diventata poi conclamata con l'invio del già citato contingente di supporto ai Curdi di Afrin. Infatti, non sono stati mobilitati reparti dell'Esercito di Assad, bensì gruppi armati legati a Teheran e agli Hezbollah libanesi.

In merito al consolidamento di una sfera di influenza turca in Siria, la posizione della Russia appare più sfumata rispetto a quella iraniana. Infatti, l'avvio dell'Operazione RAMOSCELLO D'ULIVO ha visto il contemporaneo ritiro del personale russo presente ad Afrin e la concessione dell'uso dello spazio aereo all'Aeronautica di Ankara, salvo poi premere affinché la Turchia avviasse trattative dirette con Damasco per discutere il prosieguo dell'offensiva. D'altronde, la priorità russa in questa fase è gettare le basi per una rapida e duratura stabilizzazione del Paese, che difficilmente potrebbe essere raggiunta senza una normalizzazione dei rapporti tra Ankara e Damasco. Tuttavia, benché con obiettivi di fondo diversi, sia Mosca che Teheran possono sfruttare la conflittualità fra Turchi e Curdi per logorare gli Stati Uniti e, in prospettiva, rendere sempre più insostenibile la presenza americana in Siria.

Infatti, se fin dal 2015 il Governo turco ha manifestato una crescente irritazione verso la cooperazione sul terreno fra Washington e le forze curde, il rapporto tra i 2 partner NATO si è ulteriormente incrinato con l'avvio dell'offensiva su Raqqa (novembre 2016), che ha portato le Forze Democratiche Siriane a controllare l'intera porzione di Siria a est dell'Eufrate. Il timore di Ankara che ciò preluda all'istituzione di un proto-Stato curdo a ridosso dei propri confini è stato poi rafforzato dall'esplicitazione della strategia americana per la Siria. Infatti, il 17 gennaio scorso il Segretario di Stato Rex Tillerson ha annunciato il mantenimento di una presenza militare americana nella Siria orientale per prevenire l'eventuale riemergere dello Stato Islamico tra la valle del Medio Eufrate e la provincia irachena di Anbar. Ovviamente, in tal modo Washington offre una prolungata copertura militare e politica alle forze curde che Ankara ritiene deleteria per i propri interessi. Inoltre, Tillerson ha confermato la volontà degli USA di usare la Siria orientale come tassello di una più vasta azione di contenimento dell'Iran nella regione. Chiaramente, la permanenza americana a ridosso del confine siro-iracheno rappresenta una minaccia per l'Iran, che vede nel mantenimento di una via di collegamento terrestre lungo l'asse Baghdad-Damasco-Beirut un perno della propria profondità strategica nella regione. Da ultimo, il fatto che il Segretario di Stato abbia ribadito la necessità di un allontanamento di Assad come precondizione per raggiungere una soluzione diplomatica del conflitto contrasta tanto con la prospettiva russa di stabilizzare il Paese, quanto con la necessità dell'Iran di non dissipare l'influenza accumulata negli anni sull'attuale regime di Damasco. In questo senso, il supporto militare fornito dai lealisti ai Curdi di Afrin potrebbe consistere in un tentativo di riavvicinarli a Damasco. In un quadro dove le agende di Stati Uniti da un lato e Russia e Iran dall'altro non presentano punti di contatto e, anzi, appaiono sempre più in contrasto, tendono a venir meno sia i meccanismi più o meno informali che, finora, hanno evitato che eventuali incidenti o sporadici scontri diretti tra le parti degenerassero in un conflitto imprevedibile, sia quella linea di demarcazione delle rispettive aree d'influenza, corrispondente grosso modo al corso dell'Eufrate. Ne sono un chiaro esempio i ripetuti scontri avvenuti a partire dal 7 febbraio scorso nei pressi di Deir Ezzor, scaturiti dal tentativo delle forze lealiste di oltrepassare il fiume all'altezza di Khasham, cui gli USA hanno dato una risposta piuttosto muscolare anche tramite l'uso dell'Aeronautica. Occorre sottolineare che, almeno nel corso del primo attacco, la compagine lealista era composta da un numero non precisato di contractor russi della compagnia Wagner, una ventina dei quali dovrebbero essere stati uccisi, in affiancamento a milizie dirette dall'Iran come Liwa Fatemyoun (composta da Afghani) e Liwa al-Baqir, che chiaramente esprimevano la maggior parte degli effettivi.

Se la presenza di contractor russi invece di personale delle Forze Armate sembra indicare la volontà di Mosca di mandare un messaggio dissuasivo a Washington senza rischiare una piena escalation, la strategia iraniana appare più insidiosa e di lungo periodo. Infatti, diverse milizie impiegate a Deir Ezzor sono composte da effettivi reclutati tra la confederazione tribale dei Beggara (e in particolare tra la tribù sunnita degli Shaitat), la cui area di provenienza gravita attorno alla città e si estende di molto a est dell'Eufrate, nelle aree sotto il controllo congiunto curdo-americano. Dunque, non si può escludere che i governativi tendano a sfruttare la leva dei legami tribali e clanici per erodere quella base di consenso che appare necessaria affinché Washington e le forze curde riescano a esercitare un effettivo controllo del territorio e operare nell'area.

© Riproduzione riservata

# OBIETTIVO ITALIA

a cura di Germano Dottori

## Dalle elezioni emerge un quadro incerto

Le elezioni dello scorso 4 marzo hanno prodotto risultati relativamente sorprendenti. E al momento in cui questa rubrica veniva redatta, le trattative tra i maggiori partiti si trovavano ancora ad uno stadio preliminare. Alle schermaglie iniziali, inoltre, non aveva ancora aggiunto la propria voce il Presidente della Repubblica Sergio Mattarella, se non per invitare tutte le forze politiche ad assumersi le proprie responsabilità. A prescindere dalla soluzione che prevarrà, pare utile tentare di prospettare che aspetto potrà assumere la politica di Difesa in questa legislatura ed alla luce delle varie ipotesi possibili al momento sul tappeto. Va innanzitutto osservato come abbia avuto luogo un profondo rinnovamento della rappresentanza politica. Parlamentari di comprovata esperienza nel campo della politica estera e di Difesa non sono stati ricandidati a causa delle rispettive posizioni nei propri partiti di appartenenza. Non solo non è stato candidato il Ministro degli Esteri uscente, Angelino Alfano, ma non sono riusciti ad ottenere spazio nelle liste neanche figure del calibro di Nicola Latorre, Presidente uscente della Commissione Difesa di Palazzo Madama; Andrea Manciulli, attivissimo in occasione della conversione di tutti i Decreti Legge concernenti le missioni militari internazionali esaminati nella scorsa legislatura; Giacomo Stucchi, Presidente del COPASIR, ed altri ancora. È stato quindi perso un bagaglio di capacità e conoscenze preziose, che sarebbe potuto tornare utile nella fase convulsa che stiamo attraversando. Inoltre hanno incontrato notevoli difficoltà a farsi rieleggere tanto il Ministro della Difesa, Roberta Pinotti, quanto quello dell'Interno, Marco Minniti, battuti nei collegi uninominali rispettivamente loro assegnati a Genova e Pesaro e poi ripescati nel proporzionale, circostanza che certo non varrà a rafforzarli.

## Le posizioni dei partiti

All'incertezza che grava sulla determinazione della maggioranza e delle opposizioni future, in questa fase si somma quella determinata dall'ambiguità dei programmi adottati dai partiti, soltanto in parte attenuata nel campo della politica di Difesa da quanto si è sentito nel gennaio scorso durante l'esame della Deliberazione governativa di rinnovo delle missioni militari in corso o da avviare all'estero. Per quanto riguarda il Movimento Cinque Stelle, occorre rilevare come nel corso della trascorsa legislatura il Partito guidato da Luigi Di Maio si fosse schierato praticamente contro tutti gli interventi militari italiani all'estero, compresi

*La Camera nella scorsa legislatura.*

quello in Niger, ritenuto troppo filo-francese, e tutte le missioni marittime di contrasto ai flussi migratori illegali e salvataggio degli irregolari in difficoltà nel Mediterraneo, spesso auspicando l'apertura di veri e propri corridoi umanitari verso il nostro Paese. I grillini hanno anche cercato di ostacolare alcuni programmi di acquisizione armamenti, come quello concernente l'F-35, fortemente avversato dall'ala pacifista del partito. Sarebbe tuttavia prematuro escludere eventuali ripensamenti, perché Di Maio ha poi attuato una specie di "svolta moderata" durante la campagna elettorale, in particolare ridimensionando la portata anti-europeista ed anti-atlantica di alcune prese di posizione degli scorsi anni. Il candidato premier si è anche recato a Washington, quasi a voler rassicurare il principale alleato dell'Italia in campo Difesa e sicurezza. La Lega ha posizioni più strutturate, essendosi espressa con una certa coerenza nel tempo contro la moltiplicazione degli impegni e la prosecuzione di alcune operazioni giudicate difficilmente sostenibili in termini di ritorno politico ed accrescimento dell'influenza del nostro Paese all'estero, come quelle in corso in Afghanistan, in Libano e nei territori dell'Autorità Nazionale Palestinese. È nota poi la disapprovazione dei Leghisti nei confronti dell'uso dello strumento militare per salvare e trasportare in Italia i migranti in fuga dalle coste africane. Il Partito di Salvini ha altresì avversato tutte le missioni ostili alla Federazione Russa, giudicandole dannose per la partnership strategica tra Roma e Mosca e le sanzioni, che danneggiano diversi ambienti produttivi prossimi al Carroccio. È però presumibile che la Lega non creerà eccessivi ostacoli ad eventuali interventi militari futuri che fossero particolarmente rilevanti per i nostri interessi nazionali, e che venissero orientati al contenimento dei flussi migratori o rivolti contro i jihadisti. Nel programma presentato dalla Lega è inoltre centrale il rapporto con gli Stati Uniti ed Israele, anche se si ribadisce la necessità di migliorare le relazioni con la Russia.
Un problema nella prospettiva dell'ingresso della Lega in un eventuale esecutivo di centro-destra potrebbe rivelarsi l'intenzione di Salvini di reintrodurre una forma di leva semestrale, civile o militare (che ci vede fortemente contrari, NdR). Questa idea del segretario leghista ha infatti incontrato la forte ostilità di Forza Italia, ma potrebbe avere qualche sponda da parte del Pd e dello stesso Ministro uscente Roberta Pinotti, per quanto le aperture di qualche mese fa in questa direzione siano apparse successivamente più edulcorate. Quanto a Silvio Berlusconi, pare ancora muoversi nel solco delle sue precedenti esperienze di governo. Ad esempio, si è dichiarato ostile alla reintroduzione della leva (sospesa nel 2005 proprio mentre era Premier), mentre nel gennaio scorso i gruppi parlamentari di Forza Italia hanno appoggiato tutte le missioni internazionali in corso.
Su questo punto, un'intesa tra Forza Italia e Pd sarebbe quindi non impossibile, mentre con la Lega potrebbe esservi qualche tensione, anche se i precedenti dimostrano che il Partito di Salvini difficilmente potrebbe aprire una crisi di governo su questi dossier. Attriti maggiori potrebbero invece derivare dal fatto che Berlusconi crede all'integrazione europea nel campo della Difesa, che certamente non entusiasma il leader del Carroccio e piace invece al centro-sinistra (e pure a RID, NdR).
Detto ciò, bisogna sottolineare un aspetto. A differenza della sicurezza interna, le Forze Armate non sono veramente un core business della Lega, circostanza che lascia ipotizzare la possibilità di qualche compromesso su questo capitolo. Del resto, all'inizio della campagna elettorale il centro-destra aveva definito un programma comune di coalizione, in cui sono confluite le misure di maggior interesse di ciascuna delle forze partecipanti.
In quella sede, la Lega ha verosimilmente già concesso ciò cui riteneva possibile rinunciare - inclusi i progetti di ripristino della coscrizione - anche se naturalmente il documento è stato redatto prima che le urne rivelassero i nuovi rapporti di forza tra le varie componenti del centro-destra: nelle parti del programma comune concernenti la Difesa figura l'impegno ad adeguare le spese militari italiane ai "parametri medi occidentali", oltre a garantire al personale militare e di tutto il comparto difesa e sicurezza stipendi dignitosi, nonché mezzi e tecnologie all'altezza. Pertanto, pare ragionevole immaginare su queste basi una politica di Difesa che accresca le spese militari, in considerazione anche della road map NATO verso l'obiettivo di destinare, entro il 2024, il 2% del PIL alla Difesa. Almeno su questo terreno, un'intesa con il Pd sembra più facile di quella eventuale tra quest'ultimo ed il Movimento Cinque Stelle o tra i grillini e la Lega. La situazione è quindi fluida ed aperta a qualsiasi esito.

© Riproduzione riservata

a cura di Michael Mason

# Iran-Iraq: il jihadismo curdo, o "l'effetto farfalla"

**Nonostante lo Stato Islamico controlli attualmente solo alcune aree circoscritte e sempre più ridotte del territorio iracheno e siriano, Teheran, Baghdad ed Erbil hanno alzato il livello di guardia temendo una ripresa delle attività terroristiche lungo il confine tra Iraq e Iran.**

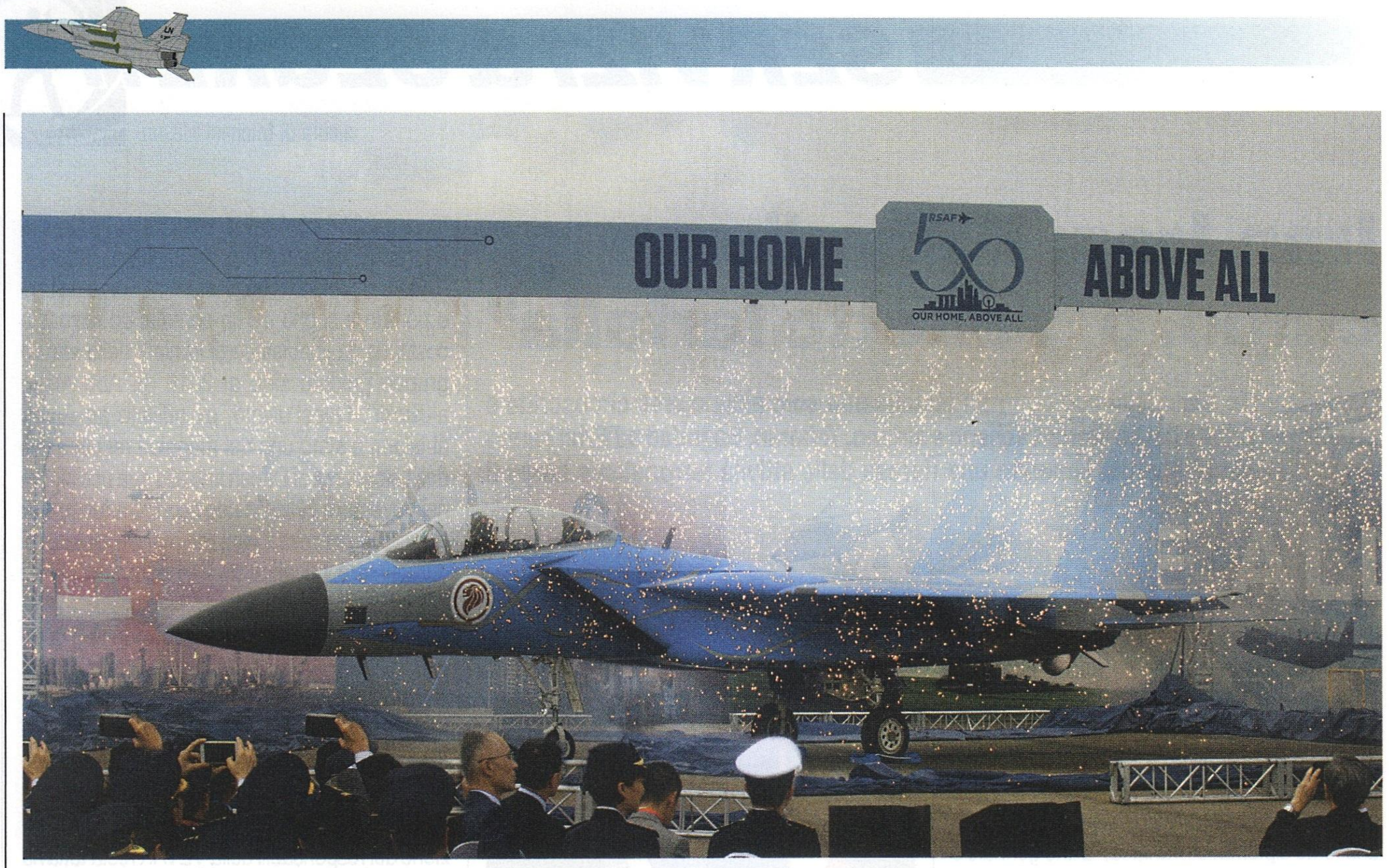
Per certi versi, si tratta di una sorta di "ritorno alle origini". Infatti, poco prima dell'intervento statunitense in Iraq nel 2003, il giordano Ahmad Fadil Nazzal al-Khalayleh, meglio noto come Abu Musab al-Zarqawi, si era spostato in Iraq per aggregarsi al gruppo jihadista Ansar al-Islam (Difensori dell'Islam), costituito da combattenti curdi e arabi. Secondo quanto riportato a RID da una fonte diplomatica iraniana, "a fine gennaio 3 Pasdaran sono stati uccisi durante uno scontro a fuoco con un gruppo composto da una ventina di terroristi dello Stato Islamico, che avevano tentato di infiltrarsi nella provincia di Karmanshah, nella parte occidentale del Paese, e limitrofa al confine con l'Iraq". Inoltre, sempre secondo la stessa fonte, "pochi giorni prima, questo stesso gruppo terrorista si era già scontrato con miliziani curdi nella zona di Bamo". Situata a circa 200 km a sud-est di Erbil, questa vasta – e molto accidentata – area boschiva dei monti Zagros, è oggi oggetto di particolare attenzione da parte delle autorità locali, che vi temono un possibile insediamento di gruppi jihadisti legati a Daesh. "I terroristi, che conoscono bene la zona, possono usufruire anche dell'appoggio logistico di gruppi islamisti curdi e delle loro reti transfrontaliere", spiega la stessa fonte. "Tuttavia – assicura – da alcune settimane lo scambio di informazioni tra

*Mahmoud Alavi, capo del VEVAK.*

i nostri servizi di sicurezza e quelli curdi si è intensificato, portando così alla neutralizzazione di alcune cellule terroriste".
Lo scorso gennaio il Vezarat-e Ettela'at va Amniat-e Keshvar (VEVAK), il Ministero delle Informazioni e della Sicurezza Nazionale, principale organizzazione d'intelligence iraniana guidata da Mahmoud Alavi dall'agosto 2013, aveva annunciato la scoperta di importanti depositi di armi, munizioni ed esplosivi nella città di Marivan, nella provincia iraniana del Kurdistan, al confine con l'Iraq. "I nostri servizi hanno appurato che le armi e gli esplosivi sequestrati sarebbero serviti per compiere azioni terroristiche sul modello di quelle attuate nel giugno 2017 contro il nostro Parlamento e il Mausoleo dell'Ayatollah Khomeini a Teheran. Questo doppio attentato era stato organizzato e portato a segno da un commando terrorista costituito da jihadisti curdi iraniani dello stesso gruppo guidato sino al 2016 da Abu Aisha al-Kurdi". Quest'ultimo, ex affiliato ad Ansar al-Islam, è stato uno dei maggiori responsabili della sicurezza di Daesh fino alla sua uccisione, nel novembre 2016, in uno scontro a fuoco con le forze di sicurezza iraniane mentre tentava di attraversare il confine tra Iraq e Iran nei pressi di Makhmur.
Così, se negli ultimi mesi la tensione tra i curdi e le autorità iraniane è decisamente aumentata, soprattutto dopo che il Partito Democratico del Kurdistan iraniano (Partî Dêmokiratî Kurdistanî Êran) aveva annunciato, per bocca dal suo leader Mustafa Hijri, di voler riprendere la lotta armata contro Teheran, la principale preoccupazione dei responsabili della VEVAK resta tuttavia quella dei Curdi salafiti, alcuni dei quali si sono arruolati nelle formazioni jihadiste in Iraq, tra le quali Daesh. Preoccupazione che, allo stesso modo, impedisce anche ai loro omologhi iracheni di dormire sonni tranquilli. Lo scorso febbraio le autorità di Baghdad hanno deciso di lanciare una serie di operazioni destinate a monitorare la cosiddetta "strada petrolifera" tra Kirkuk e Khanaqin, nei pressi del confine iraniano, che in futuro dovrà permettere il flusso del greggio iracheno verso la raffineria iraniana di Kermanshah, situata a 80 km circa dalla frontiera irachena, alle pendici dei monti Zagros. Questa serie di operazioni, preparate in coordinamento con le forze della Regione autonoma del Kurdistan iracheno (KRG), mirano a riprendere l'iniziativa nei confronti dei gruppi armati islamisti insediati nelle montagne ad oriente di Tuz Khamatou, nel Governatorato di Salah al-Din. Oltre a gruppi jihadisti affiliati allo Stato islamico, fuggiti da Hawija dopo la sua riconquista da parte delle forze irachene nell'ottobre 2017, questa stessa zona montuosa ospita anche un nuovo gruppo islamista, identificato con il nome "Bandiere" o "Stendardi bianchi". Apparso alcuni mesi fa nella complessa galassia jihadista, questo nuovo gruppo armato salafita sarebbe formato in parte da ex combattenti di Daesh e, secondo varie fonti, conterebbe tra i 500 e i 2.000 miliziani. Alla sua guida ci sarebbe Assi al-Qawali, un ex pershmerga fuoriuscito dalle file del Partito Democratico del Kurdistan che avrebbe reclutato diversi adepti tra le popolazioni curde delle regioni di Kirkuk e Tuz Khormatu, dopo la loro riconquista, nell'autunno scorso, da parte delle forze governative irachene e delle milizie a maggioranza sciite Hachd al-Chaabi, altrimenti note come Unità di Mobilitazione Popolare, controllate dai Pasdaran.

*Attentato al Parlamento di Teheran (giugno 2017).*

© Riproduzione riservata




*Il momento dell'unveiling dell'F-15SG della RSAF con la livrea celebrativa del 50º anniversario. (Il servizio fotografico è a cura dell'Autore)*

Pietro Batacchi

# Singapore Air Show 2018

**Dal 6 all'11 febbraio si è svolta la 6ª edizione del Singapore Air Show, il salone dell'aerospazio più importante dell'Asia ed osservatorio privilegiato su tutto ciò che accade in una parte del mondo sempre più importante e strategica.**

La cornice dell'evento è stata ancora una volta quella del Changi Exhibition Centre, complesso espositivo situato nell'area del Changi International Airport, il principale scalo di Singapore. Tutto il complesso aeroportuale è in pieno sviluppo. La terza pista dedicata al traffico civile, lunga 13.000 piedi (3.962 km), fino a poco tempo fa usata solo da uno Squadrone di F-16 della RSAF (Republic of Singapore Air Force), è in fase di ultimazione, mentre il 4º terminal ha iniziato ad operare da fine 2017 (il 4º terminal farà raggiungere al Changi quota 82 milioni di passeggeri annui) e il 5º terminal dovrebbe invece aprire a fine 2020 e, a regime, dovrebbe portare le capacità del Changi fino a 135 milioni di passeggeri l'anno.

Il Singapore Air Show si è ormai consolidato come più importante appuntamento aerospaziale al mondo subito dopo Bourget e Farnborough, sostanzialmente al pari di Dubai, anche se rispetto a quest'ultimo il profilo militare è molto più elevato. In generale, di civile al Singapore Air Show non si è parlato molto neanche quest'anno, fatta eccezione per l'A-350/1000, che ha debuttato fresco di certificazione e di prima consegna alla Qatar Airways (avvenuta 2 settimane dopo la chiusura del salone), e per il prototipo del "corridoio singolo" di nuova generazione Embraer E-190 E2, anche questo al debutto con un'accattivante – e fotografatissima – tigre stilizzata sul muso.

Per il resto, tantissimo spazio al militare, anche perché quest'anno ricorrono i 50 anni di vita della RSAF che pertanto ha approfittato dell'evento per mettere in mostra le proprie (notevoli) capacità, con una statica più ricca del solito ed un eccezionale display che ha visto volare contemporaneamente un cacciabombardiere pesante F-15 SG ed una coppia di F-16C Block 52. Una performance, che ha

*A sinistra: l'Airbus A-350/1000 ha debuttato a Singapore fresco di certificazione. A destra: Il fotografatissimo prototipo del "corridoio singolo" di nuova generazione E-190 E2.*

lasciato letteralmente di stucco il pubblico, accuratamente preparata con 3 mesi di duro addestramento dei piloti. Alla statica, oltre i "soliti" F-16 Block 52 ed F-15SG in rigorosa configurazione "draggy" da bombardamento, uno dei G550 CAEW, ed altri, si poteva ammirare anche uno degli ultimi 2 elicotteri antisom Sikorsky S-70B SEA HAWK appena consegnati (la fornitura da 6 + 2 macchine è stata così completata). Restando in tema di elicotteri, ancora nessuna novità circa le commesse con Boeing e Airbus siglate nel 2016/2017 per l'acquisizione di, rispettivamente, CH-47F CHINOOK e H-225M CARACAL, e sulle quali entrambe le aziende non hanno mai rilasciato maggiori dettagli. Nel primo caso, gli elicotteri dorebbero rimpiazzare i 6 CH-46D attualmente distaccati in Texas con la Guardia Nazionale a fini addestrativi. Le macchine dovrebbero così affiancare i più avanzati CH-47D, dotati anche di serbatoi maggiorati. Le consegne dovrebbero iniziare tra quest'anno e il prossimo. Per quanto riguarda gli H-225M, l'unica cosa certa è che al momento i CARACAL dovranno rimpiazzare una trentina tra AS-332 SUPER PUMA e AS-532 COUGAR. Niente è invece dato sapere sulla configurazione, anche se, relativamente all'autoprotezione elettronica, nel giugno 2017 Saab ha ricevuto un contratto per la fornitura del sistema IDAS (Integrated Defensive Aids Suite), da installare, appunto, sull'H-225M (così si legge nel comunicato ufficiale dell'azienda svedese). Rappresentanti di Saab da noi sentiti ci hanno però riferito che tale fornitura non riguarda i CARACAL di Singapore (ma potrebbe, invece, riferirsi ai CARACAL ordinati dal Kuwait).

Tornando alla statica, la vera vedette del salone è stata l'F-15SG, con speciale livrea celeste per celebrare il 50º anniversario della RSAF. Il velivolo è stato svelato con una cerimonia tenutasi il 7 febbraio alla presenza del Presidente di Singapore, Sig.ra Halimah Jacob, che ha tenuto un discorso tutto incentrato sull'assenza di profondità strategica di Singapore, con le necessità in termini di difesa che ne conseguono, e sull'importanza degli alleati (tra questi, citata pure l'Italia). La Sig.ra Jacob ha poi ricevuto un briefing all'interno del cockpit del velivolo da parte del personale della RSAF.

Venendo, invece, al display, in volo si sono visti i già citati F-15/6 singaporini, il "solito" Su-30 MKM dell'Aeronautica della Malesia, un F-16 dell'USAF e i turboelica KT-1 della pattuglia acrobatica indonesiana, i colorati "JUPITER". Poca gloria, purtroppo, per i BLACK EAGLES sudcoreani che hanno abbandonato lo show dopo che un loro KAI T-50B ha preso fuoco, fortunatamente senza conseguenze per il pilota, in fase di decollo.

Interessante, invece, l'esibizione in volo di un Saab GRIPEN C del 701º Squadrone di Surat Thani della Royal Thai Air Force (RTAF), mentre un velivolo in configurazione biposto si poteva ammirare anche alla statica. La RTAF attualmente può contare su una flotta di 11 GRIPEN C/D (un 12º aereo è andato perso durante un airshow nel Paese a gennaio 2017). I velivoli, che hanno un datalink tattico nazionale, denominato T-Link, sono impiegati principalmente per compiti di difesa e superiorità aerea, anche se di recente sono stati condotti i test di rilascio di bombe a guida laser GBU-12. Secondo quanto ci hanno riferito rappresentanti di Saab incontrati al salone, la Thailandia sarebbe interessata all'acquisizione di ulteriori GRIPEN C/D, sempre in piccoli lotti come avvenuto finora.

Infine, d'interessante la mostra statica mostrava anche uno dei 4 A400M del 22º Squadrone di Subang dell'Aeronautica della Malesia ed un AWACS E-7A WEDGETAIL dell'Aeronautica Australiana.

***Sopra: un Saab GRIPEN D biposto del 701º Squadrone di Surat Thani della Royal Thai Air Force (RTAF). Sotto: un AWACS E-7A WEDGETAIL dell'Aeronautica Australiana per la prima volta alla statica.***

***Sopra: momenti della speciale esibizione in volo di un F-15 e di 2 F-16 della RSAF. Sotto: i turboelica KT-1 della pattuglia acrobatica indonesiana, i colorati "JUPITER", durante il display.***

*Lo "stealth corner" americano con F-35B e F-22. Gli USA hanno mostrato decisamente i muscoli a questa edizione del Singapore Air Show.*

*Un F-16 biposto da bombardamento della RSAF alla statica.*

## Singapore e gli USA

Per la piccola città stato di Singapore, la difesa da sempre rappresenta una priorità, anzi, una questione di sopravvivenza. Se all'assenza di profondità strategica, infatti, aggiungiamo le dinamiche tipiche dell'area – l'assertività di Pechino, che fa paura anche da queste parti (e poco importa che il 70% della popolazione di Singapore sia di origine cinese), senza dimenticare i rapporti non certo idilliaci con i vicini, a cominciare dalla Malesia, e le tensioni dovute all'eterna crisi coreana – ci si rende conto che per Singapore non vi possono essere alternative ad una ferrea alleanza con gli USA, puntellata ancor più di recente, nel 2015, con il rinnovo del DCA (Defence Cooperation Agreement). Dunque, per Singapore gli Stati Uniti rappresentano un'assicurazione sulla vita, mentre per Washington Singapore è una pedina indispensabile nella cintura di contenimento cinese. Quest'anno, oltretutto, la presenza americana al salone è stata ancor più visibile e massiccia del solito quasi a voler rappresentare un messaggio per tutti, amici e nemici, sulla non equivocabilità dell'impegno statunitense per la sicurezza della regione. Quella americana è stata la delegazione di espositori maggiormente numerosa, oltre 170 (30 in più rispetto al 2016), e tanti erano gli aerei ed i mezzi presenti. Potevamo ammirare, tra gli altri, un P-8 del VP-8 di Jacksonville,

*Non un mockup, ma un GLOBAL HAWK "vero" giunto a Singapore direttamente dalla base di Andersen, Guam.*

che attualmente ha 7 velivoli in dispiegamento semestrale sulla base aerea giapponese di Kadena, ed un UAV (tipo HALE) GLOBAL HAWK, giunto al Changi dalla base di Andersen, Guam. Sicuramente un dispiegamento non banale, considerando che stiamo parlando di un velivolo non pilotato ad alte prestazioni fatto atterrare in un spazio non segregato, e in uno degli aeroporti maggiormente trafficati e congestionati al mondo. E poi l'altra vedette del salone, ovvero lo "stealth corner" con 2 F-22 del 525th Fighter Squadron di Elmendorf, Alaska, e, per la prima volta, 2 F-35B del Marine Fighter Attack Squadron-121, "Green Knights", di Iwakuni, Giappone, che attualmente opera con 16 velivoli. La presenza dell'F-35B al Singapore Air Show, la prima non solo a Singapore, ma anche in tutto il Sudest asiatico, non è stata casuale. Singapore, infatti, è partner del programma F-35 in qualità di Security Cooperation Participant, e oltre alla variante convenzionale è seriamente interessata alla variante STOVL. Le ragioni sono presto dette: l'F-35B offrirebbe alla RSFA una maggiore flessibilità operativa e consentirebbe di sfruttare non solo alcune piste minori e più corte presenti sul territorio nazionale, ma all'occorrenza (e in casi di emergenza) anche alcune arterie stradali. Al momento, però, non sembrerebbero imminenti ordini da parte di Singapore in tal senso.

Se, invece, spostiamo il discorso su un piano regionale, l'F-35 sta incrementando notevolmente il suo "footprint" nell'area. A fine gennaio il primo F-35A è stato preso in consegna dal 3rd Air Wing della Japan Air Self-Defense Force sulla base di Misawa, dove entro la fine dell'anno fiscale giapponese 2018 verrà raggiunto da altri 9 esemplari. Il velivolo in questione è il secondo prodotto dalla linea di Nagoya. Altri 5 F-35A giapponesi stanno invece conducendo il training a Luke. Secondo quanto confermatoci da rappresentanti di Lockheed Martin, il Giappone potrebbe ordinare un ulteriore lotto di F-35 già nella seconda metà di quest'anno. Entro fine marzo era atteso anche il rollout del primo F-35A per la ROKAF (Republic Of Korea Air Force). Il velivolo raggiungerà poi la base di Luke, Arizona, per il training. Tuttavia, entro l'anno almeno uno dei 6 F-35A sudcoreani attualmente in costruzione dovrebbe arrivare a Cheongju, prima base operativa del velivolo in Corea del Sud (che attualmente ospita gli F-4E PHANTOM). Infine, per quanto riguarda l'Aeronautica Australiana, il primo F-35A operativo dovrebbe essere dispiegato presso la base di Williamtown a dicembre.

Per quanto riguarda l'aereo, la fase di sviluppo – SDD (System Design and Development) – è stata completata al 99%, e la variante (quasi) definitiva del software Block 3F ha iniziato ad essere distribuita ai velivoli. Una parte delle attività ancora previste dalla SDD, pertanto, correrà in parallelo alla IOT & E (Initial Operational Test & Evalutation), che dovrebbe comunque partire entro l'estate e proseguire fino al 2019. Questa fase – che dovrebbe interessare una

# IL MONDO DELLA DIFESA...

... in 100 pagine al mese...

... e 1 click al giorno

# RID

*in edicola e online*

www.twitter.com/RID_Difesa

www.facebook.com/RivistaItalianaDifesa

www.youtube.com/c/RIDRivistaItalianaDifesa

rid.it

*Il Leonardo Velivoli ATR-72 MP è uno dei candidati più accreditati in Malesia per la gara relativa ad un nuovo MPA.*

ventina di velivoli – servirà a valutare le capacità operative del velivolo e la sua supportabilità/sostenibilità e a validarlo per partire con la produzione di serie garantendo al contempo, come auspica Lockheed Martin, la completa stabilizzazione del software. Nel frattempo, l'azienda sta negoziando con il Pentagono il primo contratto bluck buy pluriennale – 2018-2019-2020 (LRIP12/13/14), per un totale di 442 esemplari per le FA americane ed i clienti/partner internazionali – e ha attualmente 165 velivoli in vari stadi di produzione. Nel 2017, l'azienda ha consegnato 66 aerei e quest'anno punta a consegnarne 91, che dovrebbero salire a 140 nel 2019. Nelle intenzioni, nel 2020 dovrebbero essere in volo ed operativi 613 F-35. Un altro aspetto interessante è la decisione di Lockheed Martin di lanciare un nuovo approccio per l'evoluzione capacitiva del velivolo denominato Continuous Capability, Development and Delivery (C2D2) basato su aggiornamenti a livello software più frequenti e di minore entità rispetto agli aggiornamenti biennali previsti dall'attuale approccio. Il C2D2, di cui al momento sono previste 13 "drop" (ultima con rilascio previsto nel 2024), consentirà di adottare sulla macchina le capacità e gli armamenti previsti anche dai Block 4.1 e 4.2. In questo pacchetto rientra anche l'armamento non americano come i missili MBDA METEOR e SPEAR, il missile da crociera anti-nave/land-attack Kongsberg JSM, ecc.

## Requisiti e tendenze nella regione

Se allarghiamo il discorso a tutta la regione del Far East e dell'Asia Pacifica, il salone ha mostrato delle tendenze molto chiare. La prima è quella relativa all'acquisizione di velivoli da pattugliamento marittimo, e non potrebbe essere altrimenti: basti pensare alla gara navale che da diversi anni ormai sta interessando tutta l'Asia, con una corsa al riarmo che coinvolge tanto il settore di superficie quanto quello subacqueo. Lo si vedeva anche dalla stessa statica dove, oltre al P-8 americano di cui abbiamo già parlato, campeggiava pure un P-8 dell'11º Squadrone della RAAF (Royal Australian Air Force), ovvero uno dei 6 velivoli consegnati su un totale di 8 ordinati. L'MPA di Boeing è già un best seller in tutta l'Asia, ma sta attirando l'interesse anche di nuovi clienti. È il caso, per esempio, della Nuova Zelanda, che nell'aprile 2017 si è vista approvare dal Dipartimento di Stato una richiesta per la fornitura di 4 P-8. Il cambio di governo nel Paese ha però rallentato le negoziazioni, ma Boeing confida che la situazione possa sbloccarsi in breve tempo. In India, altro utilizzatore del POSEIDON, la flotta di 8 P-8I – caratterizzati dall'adozione del radar di sorveglianza e ricerca Telephonics APS-143 OCEANEYE al posto dl Raytheon AN/APY-10, nonché dal MAD – ha già accumulato oltre 45.000 ore di volo, e dal 2020 New Delhi inizierà a ricevere anche i 4 esemplari del secondo ordine formalizzato nel luglio 2016. Anche Singapore, come noto, ha un requisito per un nuovo MPA vista la necessità di rimpiazzare i turboelica Fokker 50 Mk-2 ENFORCER, che versano comunque in buono stato dopo gli aggiornamenti ricevuti. Due anni fa si parlava con insistenza del P-8, ma il requisito sembra essere stato rivalutato e, ad oggi, non è ancora chiaro se l'intenzione sia quella di restare sulla formula turboelica o se andare su quella a getto. Secondo voci trapelate al salone, sembrerebbe che Singapore abbia deciso di restare sulla formula turboelica – anche se non è stato possibile ottenere alcuna conferma al riguardo. Ancor più urgente, il requisito malese che, anzi, è addirittura prioritario in considerazione dell'età e delle limitate capacità dei Beechcraft SUPER KING AIR B-200T (di cui uno, su 4 in linea, è andato perso in un incidente nel dicembre 2016). La Malesia, che ha già da tempo stanziato il budget per questo progetto – si parla di oltre 500 milioni di euro per acquisire 4 velivoli – dovrebbe decidere a breve, anche se al momento della nostra presenza a Singapore non era ancora stata presa la decisione se dotare i velivoli in acquisizione pure di capacità antisom. Una soluzione potrebbe essere quella di acquisire 2 piattaforme in configurazione antisom, con missili e siluri, ed una in configurazione MPA da sorveglianza. Uno dei candidati più accreditati in questo contesto è il Leonardo ATR-72 MP, che non a caso ha partecipato all'ultima edizione del salone LIMA di Langkawi come suo primo dispiegamento all'estero (nella fattispecie si trattava di un P-72A dell'Aeronautica). Leonardo sta offrendo in particolare la versione italiana base del velivolo con, ovviamente, alcune specificità a livello di comunicazione e guerra elettronica. È chiaro che se si dovesse decidere di acquisire anche la capacità antisom – come sarebbe logico pensare in considerazione dello scenario – sul P-72A dovrebbero essere integrati pure i siluri. Un'attività già in corso per gli ATR-72 TMPA (Turkish Maritime Patrol Aircraft) turchi – su uno dei quali lo scorso novembre è stato condotto presso il PISQ (Poligono Interforze Salto di Quirra) il primo test di rilascio di un siluro

*Lo stand della IAI con i modelli dei velivoli speciali, tra cui l'ELI-3360 basato su piattaforma Bombardier GLOBAL 5000.*

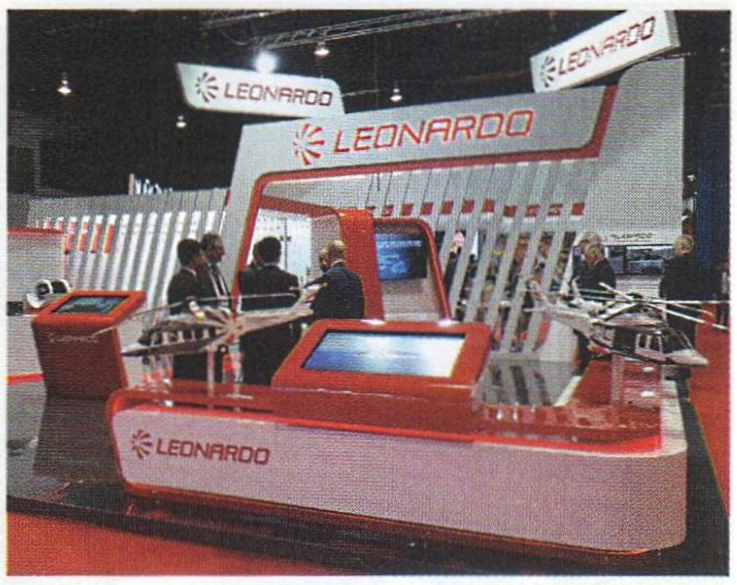
Raytheon Mk-54 – che però hanno il sistema di missione Thales AMSCOS, diverso dal Leonardo ATOS a bordo dei P-72A. Leonardo sembra giocarsela soprattutto con Airbus e con il C-295 MP.
Altri requisiti consolidati per velivoli MPA turboelica sono quelli indonesiano e filippino. Nel caso delle Filippine, il programma per l'acquisizione di 2 MPA – denominato Long Range Patrol Aircraft – è stato più volte interrotto e poi riattivato. L'ultima volta la scorsa estate, dopodiché il processo di riacquisizione sembra essere stato nuovamente rimodulato. In Indonesia, invece, sembra ci sia l'intenzione di acquisire ulteriori MPA da affiancare ai CN-235 MPA in servizio e prodotti nell'ambito di una cooperazione tra Airbus DS e la locale Dirgantara. Tra l'altro, su tali velivoli è stato adottato anche il sistema ESM SAGE di Leonardo, già operativo da tempo su un primo esemplare.
Come si vede, in questo settore le opportunità e i requisiti abbondano, e diverse aziende in questa edizione del Singapore Air Show hanno messo l'accento proprio sulle soluzioni MPA. In particolare su soluzioni a getto "leggere", basate cioè su business jet, che potrebbero ben attagliarsi a diversi clienti dell'area. È il caso, per esempio, della Saab, che sta spingendo moltissimo sullo SWORDFISH, basato sulla piattaforma del business jet a lungo raggio Bombardier GLOBAL 6000. Si tratta di una soluzione che, secondo la Saab, ha 2/3 del costo del P-8, ma prestazioni comunque molto importanti: 11 ore di capacità on station a 200 miglia nautiche di distanza dalla base, radar Leonardo (tipo AESA) SEASPRAY 7500 E, 5 consolle per altrettanti operatori, 6.888 lb di payload esterno, 4 hardpoint – con la capacità di portare fino ad 8 siluri classe MU-90 o 4 missili antinave RBS-15 EF – e ben 200 boe acustiche – che per il rilascio possono usare sia 2 tamburi rotanti da 10 sia 2 tubi singoli pressurizzati. Nella configurazione base è stato di recente aggiunto anche il MAD della CAE, collocato nell'apposito pungiglione nella sezione posteriore, e precedentemente offerto solo in opzione. Tra gli altri vantaggi indicati dall'azienda svedese vanno evidenziati anche il 70% di comunalità con il velivolo multimissione da sorveglianza aerea/terrestre/marittima GLOBAL EYE, basato sulla medesima piattaforma, – di cui è stato effettuato il rollout del primo esemplare per gli EAU a fine febbraio – ed una suite ESM proprietaria, sviluppata cioè dalla stessa Saab, comprendente 2 pod alle tips, un'antenna nel muso ed un'antenna in una speciale carenatura nella parte inferiore della fusoliera posteriore.
Un'altra soluzione nel settore è quella proposta dalla IAI, ufficialmente lanciata nel 2015, denominata ELI-3360 e basata su piattaforma Bombardier GLOBAL 5000 (ma si parla anche di passare su GLOBAL 6000). Si tratta di un pacchetto di modifiche, rispetto al quale la IAI ha rilasciato ulteriori informazioni durante il salone di Singapore, per adattare la piattaforma in questione al ruolo di pattugliamento marittimo. Nel pacchetto rientrano prima di tutto il radar AESA in banda X Elta ELM- 2022 ES – con capacità SAR/ISAR e GMTI – e la suite ESM/ELINT ELL-8382 caratterizzata dall'adozione di 4 antenne installate sotto il muso, alle tips e in coda. A questi sistemi, bisogna aggiungere una torretta elettro-ottica AMOSP 3000 HD e una robusta suite di autoprotezione elettronica comprendente MAW, dispenser chaff and flare e antenna ECM. Il sistema di missione è l'ELS-8100 comprendente un numero massimo di 6 consolle operatorie. Il velivolo è dotato di 4 hardpoint alari per il lancio di siluri o missili antinave, un MAD nel classico pungiglione in coda e di 2 tamburi da 10 per il rilascio delle sonobuoe.
L'altra tendenza è quella dell'acquisizione, o ammodernamento, di nuovi caccia o dell'acquisizione di caccia leggeri, o "caccetti" (vedi RID 3/18). Il caso più complicato (ed eclatante) è quello della Malesia, che certo non è un esempio virtuoso, avendo ben 3 linee fighter con pochi numeri – Su-30, F/A-18 HORNET e MiG-29 – anzi 4, se ci aggiungiamo i BAE HAWK d'attacco leggero. Come abbiamo visto, il Paese ha dato priorità all'acquisizione di un MPA ed ha per il momento messo in naftalina l'acquisizione di un nuovo caccia – si parlava di 18 esemplari – con il quale rimpiazzare i MiG-29 ormai a terra. A quanto risulta a RID, si stanno valutando altre opzioni. Una sarebbe, come ci hanno confermato rappresentanti di Boeing, quella dell'acquisto di F-18 usati da affiancare agli 8 esemplari già in servizio e aggiornati di recente, l'altra riguarda il procurement di un "caccetto" e qui la soluzione più scontata sarebbe il sudcoreano FA-50, verso il quale durante l'ultima Fighter Conference di Berlino c'è stato pure l'endorsement del Capo di Stato Maggiore dell'Aeronautica della Malesia. Non dimentichiamo che il velivolo della KAI è già stato acquistato da altri Paesi dell'area, a cominciare dalle Filippine, che non potevano permettersi un caccia vero e proprio e che comunque cercavano un certo grado di polivalenza. Con l'FA-50, infatti, si può fare sia la difesa aerea sia l'attacco al suolo, a costi notevolmente inferiori rispetto a quelli di un caccia di prima linea (con prestazioni, ovviamente, minori). Al limite, la Malesia potrebbe acquistare pure il TA-50, che ha un'avionica meno avanzata dell'FA-50, meno autoprotezione elettronica e meno autonomia, ed è privo di datalink, ma con il quale si può svolgere il training a differenza dell'FA-50 che è un caccia puro. L'unico problema di FA/TA-50 sarebbe il radar israeliano pulse doppler multimodo Elta ELM-2032, considerando che la Malesia è un Paese a maggioranza musulmana. Detto questo, subito dopo la chiusura dei battenti del salone, BAE Systems ha rilanciato la sua proposta di un generoso credito al Governo malese per l'acquisto dell'Eurofighter TYPHOON; il tutto accompagnato da ritorni e posti di lavoro su base locale. Vedremo.
Per il resto di Singapore e dell'F-35 abbiamo già detto, ma per restare su Singapore bisogna dire che in prospettiva si sta valutando un programma per l'ammodernamento degli F-15SG. Chiaramente, in questo caso l'orizzonte temporale è quello della prossima decade, ma i primi colloqui con Boeing sono già iniziati. Molto più concreta e vicina, invece, la prospettiva di upgrade degli F-15J giapponesi (versione locale dell'EAGLE), il cui adeguamento tecnologico nel corso degli anni è andato un po' a rilento e stante i ritardi

***L'FA-50 interessa molto l'Aeronautica della Malesia che potrebbe essere tentata dalla soluzione..."caccetto".***

***Un Su-30 MKM dell'Aeronautica della Malesia durante l'esibizione in volo. BAE Systems è tornata a premere forte sul TYPHOON per affiancare il grosso bimotore russo.***

nel programma di sviluppo del nuovo caccia indigeno nazionale F-3. In particolare, tenendo conto dell'evoluzione del livello di minaccia in tutta l'Asia/Pacifico, i velivoli giapponesi avrebbero bisogno di un nuovo radar AESA, di una nuova guerra elettronica, di nuovi motori per rimpiazzare i GE F-100-220, ecc. Al momento Boeing e Mitsubishi Heavy Industries, che ha prodotto gli F-15J su licenza, stanno discutendo su come impostare un eventuale programma di ammodernamento.

Per chiudere questo discorso sui caccia, vale la pena soffermarsi anche sull'India che ha l'esigenza di rimpolpare le sue tante linee (MiG-21/27/29, JAGUAR, MIRAGE-2000, Su-30 MKI, TEJAS), per passare dall'attuale livello di 33 squadroni alla forza autorizzata di 42 squadroni. Peraltro, tale esigenza si fa sempre più pressante considerando che nei prossimi anni anche i velivoli più anziani ammodernati dovranno essere rimpiazzati, e che il rateo di ingresso in servizio dei nuovi aerei è molto basso. Questo discorso vale soprattutto per i Dassault RAFALE, acquistati in soli 36 esemplari e di cui si sta discutendo l'acquisizione di un secondo lotto di altri 36, ma nel novero va messo senz'altro anche il fallimento dell'LCA indigeno TEJAS, di cui adesso si sta passando alle varianti "occidentalizzate" Mk-1A e Mk-2 (con radar, avionica, guerra elettronica, ecc. rigorosamente occidentali). Per questo, già da tempo l'India ha lanciato il programma per l'acquisizione "off-the-shelf" di un nuovo caccia monomotore per il quale ad oggi sono state inviate 2 richieste di interesse: una a Lockheed Martin per l'F-16I VIPER e una a Saab per il GRIPEN E. Non si tratta di una RFI (Request For Information), ma le 2 aziende hanno risposto stipulando una partnership con, rispettivamente, Tata e Adani e dicendosi disposte a garantire sia la produzione in loco dei velivoli sia un ampio pacchetto di trasferimento tecnologico




***Leonardo ha una presenza radicata nel Far East e nel Sudest asiatico.***

(che, regolarmente, l'industria locale non è poi capace di assorbire...). Tuttavia, proprio appena terminato il salone, indiscrezioni di stampa locali hanno parlato di allargamento del programma anche ad aziende produttrici di caccia bimotori. Rappresentanti di Saab da noi sentiti, però, non hanno confermato tali indiscrezioni riferendoci di non aver ricevuto al momento nessuna comunicazione ufficiale. L'unico elemento certo è che il velivolo dovrà essere un multiruolo puro.

Analoga incertezza regna pure attorno all'acquisizione di un nuovo caccia imbarcato. Come noto, l'India a gennaio 2017 ha emesso una dettagliatissima RFI per l'acquisizione di 57 nuovi caccia imbarcati, in cui si specificava la capacità di operare sia in modalità STOBAR che CATOBAR. Un'ambiguità dovuta al fatto che l'attuale prima portaerei di produzione nazionale (ma, ricordiamo, su design ed assistenza Fincantieri), la INS VIKRAANT, ha lo skyjump, ma la seconda, la INS VISHAL, potrebbe avere dimensioni molto maggiori ed essere dotata di catapulte. Fatto sta che ancora oggi nulla è stato deciso sulla configurazione della seconda portaerei di produzione locale e che la questione resta aperta. La competizione è però già molto accesa con Saab che sta offrendo una variante navalizzata del GRIPEN-E, SEA GRIPEN, di cui da tempo sono stati fatti gli studi, mentre Boeing ci sta provando con una variante ad hoc del SUPER HORNET Advanced. Rappresentanti di Boeing ci hanno confermato che il velivolo non avrebbe problemi ad operare da portaerei dotate di skyjump e che simulazioni in tal senso sono già state effettuate. Ma in partita ci sono anche i Russi con il MiG-29K e potrebbe esserci pure Lockheed Martin con l'F-35B. Una RFP potrebbe essere emessa tra la fine di quest'anno e gli inizi del prossimo, e a quel punto potrebbe essere più chiaro anche il discorso circa la configurazione della INS VISHAAL. Giusto per ricordare, la Marina Indiana ha lanciato questo programma dopo aver rifiutato la variante navalizzata del TEJAS e per via della propria insoddisfazione circa le prestazioni del MiG-29K che equipaggia la portaerei ex ADMIRAL GORSHKOV INS VIKRAMADITYA. Il velivolo, di cui è andato perduto un esemplare a gennaio, ha evidenziato problemi di manutenzione (come, peraltro, buona parte dei velivoli usati dagli Indiani) e problemi ai propulsori Klimov RD-33MK, cosa che ne ha limitato notevolmente l'utilizzabilità operativa.

## La presenza italiana

La presenza dell'Italia al Singapore Air Show 2018 come sempre è stata importante. La delegazione istituzionale – priva di esponenti politici a causa della campagna elettorale – era guidata dal Segretario Generale della Difesa Gen. Claudio Magrassi che, in una breve chiacchierata con RID, ha voluto sottolineare come: "Il Singapore Air Show è senza dubbio il principale salone nel settore aeronautico e della difesa dell'Asia, ed è quindi un'ottima vetrina per far conoscere le eccellenze industriali italiane nel sud est asiatico, area che presenta delle ottime opportunità". Allo stesso tempo, per la delegazione di Segredifesa, il salone ha offerto "la possibilità di effettuare una serie di incontri con le principali autorità del vertice della Difesa di Singapore, alcune delle quali di recente nomina, e consolidare gli ottimi rapporti già in atto".

Per quanto riguarda le aziende, la partecipazione più significativa era ovviamente quella di Leonardo, che può vantare da anni una presenza rilevante in tutto l'Asia-Pacifico, e che l'azienda punta ad incrementare ancor di più per effetto della nuova strategia commerciale voluta dall'AD Alessandro Profumo, ribadita anche nel recente piano industriale e alla quale dedichiamo un focus specifico su questo stesso numero. Tanto per cominciare, ricordiamo che l'Aeronautica di Singapore è stata il cliente di lancio dell'addestratore avanzato M-346, acquisito in 12 esemplari e tutti quanti consegnati ed operativi. I velivoli, come noto, sono basati a Cazaux in Francia (lo spazio aereo di Singapore, infatti, essendo molto ristretto e congestionato (Singapore è il crocevia delle rotte aeree verso l'Oceania),

***Il Generale Magrassi durante la visita allo stand di Leonardo.***

non consente di effettuare l'addestramento in loco), dove avviene la formazione avanzata dei piloti singaporini e dove sono installati anche i simulatori del Ground Based Training System. Peraltro, l'ipotesi di acquisizione di un ulteriore piccolo lotto di velivoli, rispetto alla quale vi avevamo già dato conto nel reportage di 2 anni fa, è ancora in essere e non può essere esclusa. Ma per l'M-346 si potrebbero aprire sempre in Asia ulteriori prospettive, in particolare in Pakistan dove l'Aeronautica ha la necessità di acquisire un nuovo addestratore avanzato/aereo d'attacco leggero e sembra avere un requisito per ben 60 macchine. In realtà ad oggi non è chiaro quale sia esattamente il requisito pakistano. Non dimentichiamo, difatti, che la PAF (Pakistan Air Force) ha in servizio una quarantina di trainer basici/intermedi cinesi K-8 KARAKORUM, coprodotti localmente dal PAC (Pakistan Aeronautical Complex), e ha pure di recente acquisito come donazione alla Turchia 37 vecchi addestratori primari Cessna T-37 affiancandoli agli MFI-395 SUPER MUSHSHAK (prodotti dal PAC). Evidentemente, la PAF potrebbe puntare in prospettiva ad un mix tra K-8, per le fasi II e III dell'addestramento, ed un nuovo trainer avanzato per la Fase IV in modo tale da sgravare il più possibile di ore i jet da conversione operativa. Il Pakistan vorrebbe inoltre che una parte di questi aeroplani fosse in variante da attacco leggero, considerando che il Paese è da anni impegnato in lunghe e costose campagne di contro-guerriglia/contro-terrorismo nelle are tribali al confine con l'Afghanistan contro i Talebani pachistani. In questo contesto, la PAF impiega regolarmente F-16 e MIRAGE, con costi significativi, tanto che ultimamente ha iniziato ad armare i SUPER MUSHSHAK con bombe plananti di origine cinese FT-10 da 25 kg, e ad equipaggiarli con torrette elettro-ottiche Wescam. Tuttavia, la PAF vorrebbe un velivolo più presentate e performante. Leonardo sta discutendo dell'M-346 FA che, tra l'altro, presenterebbe il vantaggio di essere dotato dell'ultima evoluzione del radar GRIFO – il GRIFO 346 – una famiglia di radar che la PAF conosce molto bene avendola a bordo in più versioni sia dei MIRAGE III – nell'ambito del progetto ROSE (Retrofit Of Strike Element) – sia degli F-5PG (variante cinese del MiG-21) e che è prodotto pure localmente negli stabilimenti di Kamra del PAC. A quanto risulta a RID, la PAF vorrebbe l'M-346 FA con la variante AESA del GRIFO 346, un'opzione che è però ostacolata dalla sensibilità del prodotto accentuata dalla possibilità che le tecnologie ad esso relative possano finire pure nelle mani della Cina, con la quale il Pakistan ha da sempre una solida partnership strategica. Vedremo poi nei prossimi mesi come la questione e le discussioni si svilupperanno.

Detto dell'ala fissa, passiamo agli elicotteri. Leonardo è presente nella regione con oltre 450 macchine in ordine (Cina esclusa), delle quali 1/3 militari/governative e sta guardando anche a nuove prospettive. Soprattutto in Thailandia, dove di recente oltre ad essere stati piazzati 5 AW-149 – la Thailandia è per ora il primo cliente della nuova macchina militare utility di Leonardo (che però non conferma ufficialmente la notizia) – è stato firmato un MoU per consentire lo sviluppo di una capacità elicotteristica locale, comprensiva di training e supporto, e che potrebbe avere importanti risvolti relativamente all'AW-101. Importanti anche le prospettive dell'AW-159 WILDCAT. Stiamo infatti parlando di una macchina che potrebbe interessare potenzialmente tutti gli attuali utilizzatori del SUPER LYNX dell'area - in generale si parla di oltre 400 LYNX al mondo in diverse versioni - e per la quale è già in via di definizione un ordine per 2 esemplari con il Bangladesh. Tra quest'anno ed il prossimo, inoltre, la Corea del Sud dovrebbe decidere circa l'acquisizione di altri 12 elicotteri ASW/AsuW (per rimpiazzare i LYNX attualmente in servizio). Il WILDCAT giocoforza è il candidato favorito considerando che la Marina Sudcoreana è un utilizzatore del LYNX e già opera con 8 AW-159. Restando sull'AW-159, quest'anno la Marina delle Filippine dovrebbe ricevere anche il primo dei 2 WILDCAT ordinati nella primavera 2016. Sempre in tema di elicotteri, a novembre dovrebbe partire anche una nuova gara in Giappone per la fornitura di una decina di elicotteri utility/SAR per la quale è in corsa l'AW-101 – già utilizzato in 14 esemplari come macchina utility per le operazioni artiche e in una speciale configurazione per operazioni di contromisure mine. Infine, scendendo di categoria e passando all'AW-109 POWER, nei prossimi mesi potrebbe concretizzarsi un ulteriore contratto con le Filippine per Itale macchina, già operata, pure in variante scout armata (con razziere e pod per arma da 20 mm), da Aeronautica (8 esemplari) e Marina (5 esemplari).

Per quanto riguarda i sistemi avionici ed elettronici, Leonardo sta proponendo i propri apparati nell'ambito delle varie soluzioni MPA che si stanno profilando nell'area. Stiamo parlando prima di tutto del nuovo radar di sorveglianza AESA a facce fisse in banda X OSPREY, del DIRCM MIYSIS e dei sistemi ESM/RWR SAGE e SEER.

Un'altra azienda italiana fortemente radicata a Singapore è Elettronica, presente in diversi programmi navali ed aeronautici, e che sta guardando ad alcune prospettive molto interessanti. Di recente, l'azienda romana ha firmato un contratto con la sudcoreana KAI per fornire la propria assistenza nel campo della guerra elettronica relativamente al nuovo caccia di produzione nazionale KFX. Nel dettaglio, Elettronica dovrà garantire a KAI che i sistemi di guerra elettronica sviluppati per il velivolo dall'azienda locale Hanwha rispondano ai requisiti e siano confacenti con le prestazioni attese. Il contratto copre tutta la durata del programma e consente ad Elettronica di entrare su un mercato molto importante ed esigente come quello sudcoreano. Quest'anno presso lo stand dell'azienda si poteva ammirare soprattutto un modello in scala di un Bombardier Dash 8 MPA equipaggiato con il sistema ELINT ELT-800. In pratica, si tratta della stessa soluzione già adottata anche dagli Emirati Arabi Uniti, e che potrebbe risultare appetibile anche nell'area in virtù di quei requisiti appena esaminati. L'ELT-800 è un sistema estremamente compatto in grado di svolgere sia una funzione tattica di sorveglianza (ESM) sia una funzione strategica garantendo l'analisi accurata di tutte le sorgenti di emissione elettromagnetica a fini d'intelligence (ELINT).

© Riproduzione riservata

RID

***L'M-346, qui un modello presso lo stand di Leonardo, sta attirando l'interesse anche del Pakistan.***

*La nuova strategia di Leonardo si basa su un rinnovato profilo internazionale. Nella foto un'impressione artistica del TYPHOON kuwaitiano.*

Pietro Batacchi

# La nuova struttura commerciale di Leonardo

**Al centro della nuova strategia commerciale di Leonardo, fortemente voluta dall'Amministratore Delegato Alessandro Profumo, c'è la struttura presieduta dal CCO (Chief Commercial Officer) Lorenzo Mariani. Si tratta di una realtà, tuttora in via di definizione e consolidamento, che nasce dall'esigenza di garantire un maggiore coordinamento a livello centrale tra le varie Divisioni (che avevano mantenuto una sorta di "continuità organizzativa" rispetto al passato delle società controllate di Finmeccanica), per dare unitarietà allo sforzo commerciale della "one company" ed aggredire al meglio i mercati. L'obiettivo di questa massa critica è chiaro: presidiare i mercati, e con essi le principali gare, influenzandone pure i requisiti, e stare più vicino al cliente garantendone un migliore e più sistematico supporto. Vediamo come è organizzata ed articolata questa nuova struttura e come questa opererà concretamente.**

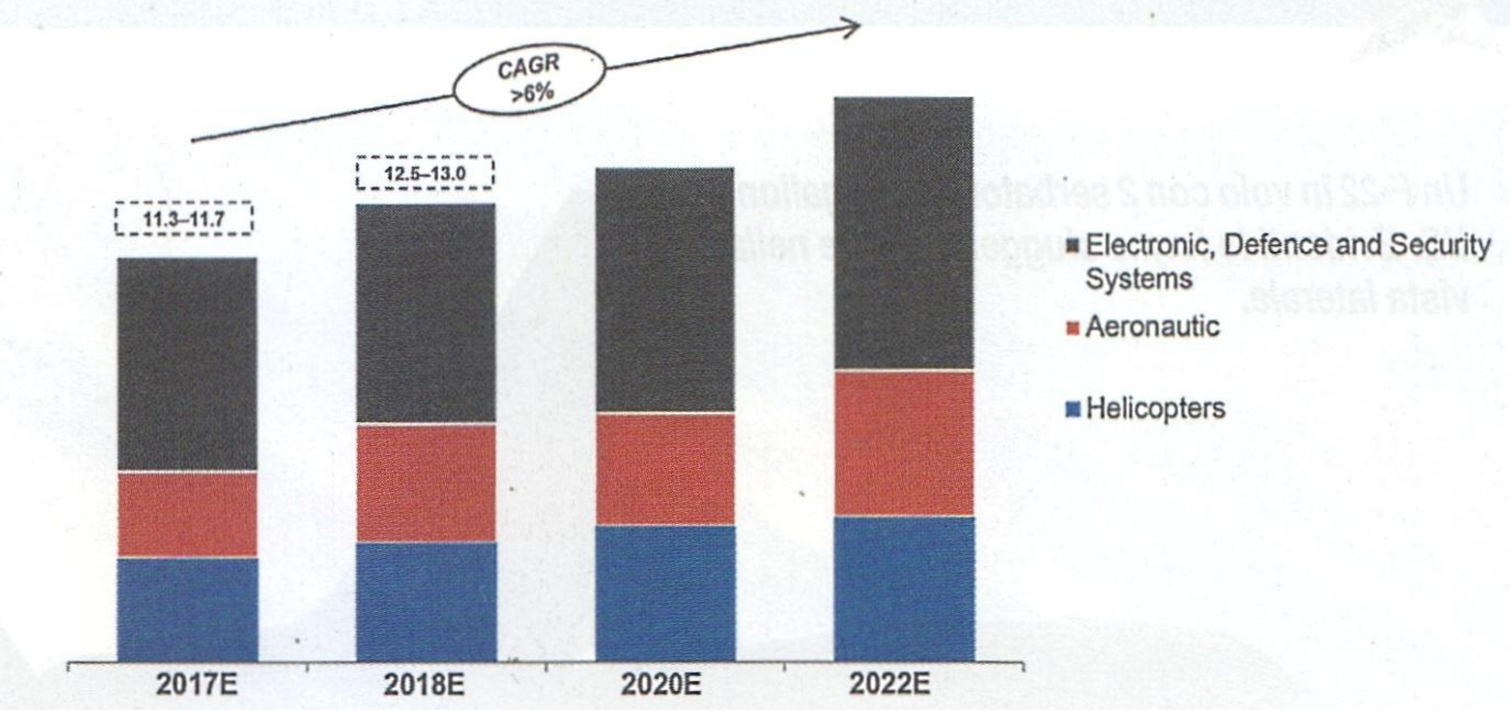
## Organizzazione e compiti

Il compito principale della nuova struttura che fa capo al CCO è rendere più incisiva e penetrante la strategia commerciale dell'azienda, aumentandone il profilo di internazionalizzazione, ai fini di far crescere ordini e ricavi (ricordiamo che il piano industriale prevede tra il 2018 e il 2022 una crescita annuale degli ordini superiore al 6%). In pratica, stiamo parlando di una struttura che andrà a moltiplicare le attività delle Divisioni coordinandole e aggiungendo un "delta" in più dovuto al controllo che il CCO ha sull'articolazione all'estero di Leonardo. In particolare ci riferiamo a 3 "pedine", tutte quanti facenti capo alla struttura del CCO, ovvero: uffici commerciali e di rappresentanza, sussidiarie/branch operative e hub logistici. Per quanto riguarda il primo aspetto, alla fine del 2017 Leonardo aveva all'estero 11 uffici di rappresentanza, ma già tra quest'anno ed il prossimo ne verranno aperti altri 12. Tra questi possiamo (tra gli altri) citare quello di Santiago in Cile, Islamabad in Pakistan, Manama in Bahrein, oppure i 3 nuovi uffici "africani" del Cairo, Algeri e Luanda (Angola). Tra il 2020 ed il 2022, ne saranno aperti altri 14: tra gli ultimi, l'ufficio di Lima in Perù, quello di Niamey in Niger, quello di Canberra in Australia, che si unirà a quello di Perth (che aprirà tra quest'anno ed il prossimo), e così via. La cartina che mostriamo nella pagina seguente riassume la situazione e dà l'idea di come la strategia commerciale di Leonardo evolverà in questi anni con in evidenza i Paesi e le aree prioritarie. In particolare balza soprattutto agli occhi il rafforzamento della presenza sul Continente africano dove attualmente Leonardo ha la sola sussidiaria di Nairobi – la Selex ES Technologies Limited che si occupa di ATC – e dove da qui al 2022 come già discusso verranno aperti 5 nuovi uffici di rappresentanza. E' evidente in questo caso l'intenzione di presiedere più a fondo una serie di Paesi – soprattutto Angola e Algeria – dove si profilano interessanti opportunità per il futuro e dove il trend delle spese militari è in rialzo dopo lo stallo dovuto alla riduzione del prezzo del petrolio. L'altro pilastro della presenza all'estero è quello delle sussidiarie, ovvero di tutte quelle entità che la società madre controlla in diverse parti del mondo e che conducono uno spettro molto ampio di attività che vanno da quelle commerciali a quelle produttive vere e proprie. A differenza delle branch operative – entità di scopo costituite per l'esecuzione di uno specifico contratto – le sussidiarie sono società a tutti gli effetti, responsabili di determinate attività nel Paese dove hanno sede. Facciamo alcuni esempi per maggiore chiarezza. Prendiamo, Selex Inc. negli Stati Uniti, Kansas, che opera nel campo della produzione dei sistemi di radionavigazione ed occupa 150 addetti, oppure Selex Gmbh in Germania che è leader nella produzione dei radar meteorologici e che impiega circa 200 persone. Ancora, ricordiamo Selex Turkey, con 70 persone ed attività in ambito telecomunicazioni, Selex IS Romania, che cura l'assemblaggio di unità e pannelli elettronici per avionica civile e militare, ecc. Facciamo un ultimo esempio, l'Australia, dove Leonardo ha Selex ES Australia Pty Ltd, attiva nei sistemi di difesa e nei settori terrestre e navale, e AgustaWestland Australia Pty Ltd, attiva nell'elicotteristica. Di recente, attraverso Selex ES Australia Pty Ltd, Leonardo ha aperto un nuovo centro regionale a Rockingham, a sud di Perth, dedicato ad attività di ingegneria, integrazione, installazione e assistenza in campo navale. Il sito svolgerà in particolare un ruolo chiave riguardo al programma navale SEA1442 Phase 4 nel cui ambito Leonardo fornisce - sulla base di un contratto ottenuto nel 2013 - una suite integrata di sistemi di comunicazione allo stato dell'arte per l'aggiornamento e la modernizzazione delle 8 fregate classe ANZAC della Marina Australiana. La soluzio-

ne include comunicazioni esterne via radio e comunicazioni tattiche interne, un sistema "in linea di vista" ad alta velocità e un innovativo software di gestione delle comunicazioni. L'aggiornamento di queste capacità getterà le basi per un'architettura navale di riferimento per le future comunicazioni tattiche della Royal Australian Navy e al contempo contribuirà anche a digitalizzare e "mettere in rete" le Forze Armate australiane nell'ambiente marittimo.
Nel complesso stiamo parlando di oltre 20 società per le quali è in corso un processo di rebranding; diventeranno, cioè, tutte Leonardo - esempio Selex Do Brasil diventerà Leonardo Do Brasil, ecc. - e saranno raggruppate di qui a poco in Leonardo International (una "semplice" entità amministrativo-legale).
Il terzo pilastro, infine, è l'hub logistico regionale. A regime, la struttura potrà contare su 5-6 hub il cui compito sarà garantire il supporto al prodotto e tutti i servizi post-vendita connessi al cliente. Un modo per stare ancora più vicino al cliente e fidelizzarlo. Uno degli obiettivi del nuovo piano industriale di Leonardo, infatti, è incrementare l'incidenza del customer support sui ricavi dall'attuale 20% al 25% entro il 2022. Un obiettivo ambizioso che per essere raggiunto avrà bisogno, appunto, di un rinnovato "grip" dell'azienda sul terreno.

## Funzionamento e strategia

Una volta descritta nel dettaglio la nuova organizzazione che fa capo a Mariani, vediamo adesso come questa opererà. In particolare, la domanda più logica che viene da porsi è come tale struttura si rapporterà con le Divisioni. Innanzitutto, è doverosa una premessa. La Divisione è l'entità operativa in cui si articola l'azienda ed è responsabile del conto economico. Questo significa che la Divisione continuerà a mantenere le sue funzioni in termini di vendite, marketing e quant'altro e ad essere responsabile per la stesura delle offerte commerciali e la loro esecuzione. Tuttavia, la Divisione dovrà coordinarsi con il CCO che, a sua volta, supporterà la Divisione in termini d'intelligence tattica sfruttando i propri uomini sul terreno, distaccati come abbiamo visto in maniera permanente nei diversi Paesi - fornendo loro un quadro sempre aggiornato del mercato in questione (posto che la funzione strategica analisi di mercato resterà nelle mani del Direttore delle Strategie). Questa presenza sul terreno dovrà, pertanto, garantire il "tracking" sistematico di requisiti e gare in prima istanza e, successivamente, la massima vicinanza possibile al cliente in termini di supporto post-vendita: il cliente non dovrà mai essere lasciato da solo! In pratica, tornando a quanto si diceva all'inizio, il CCO è un moltiplicatore operativo dell'azienda ed un coordinatore del suo sforzo all'estero. In quest'ottica, va letto anche un altro elemento interessante e innovativo, ovvero la costituzione del comitato commerciale. Si tratta di un comitato – presieduto dal CCO e che



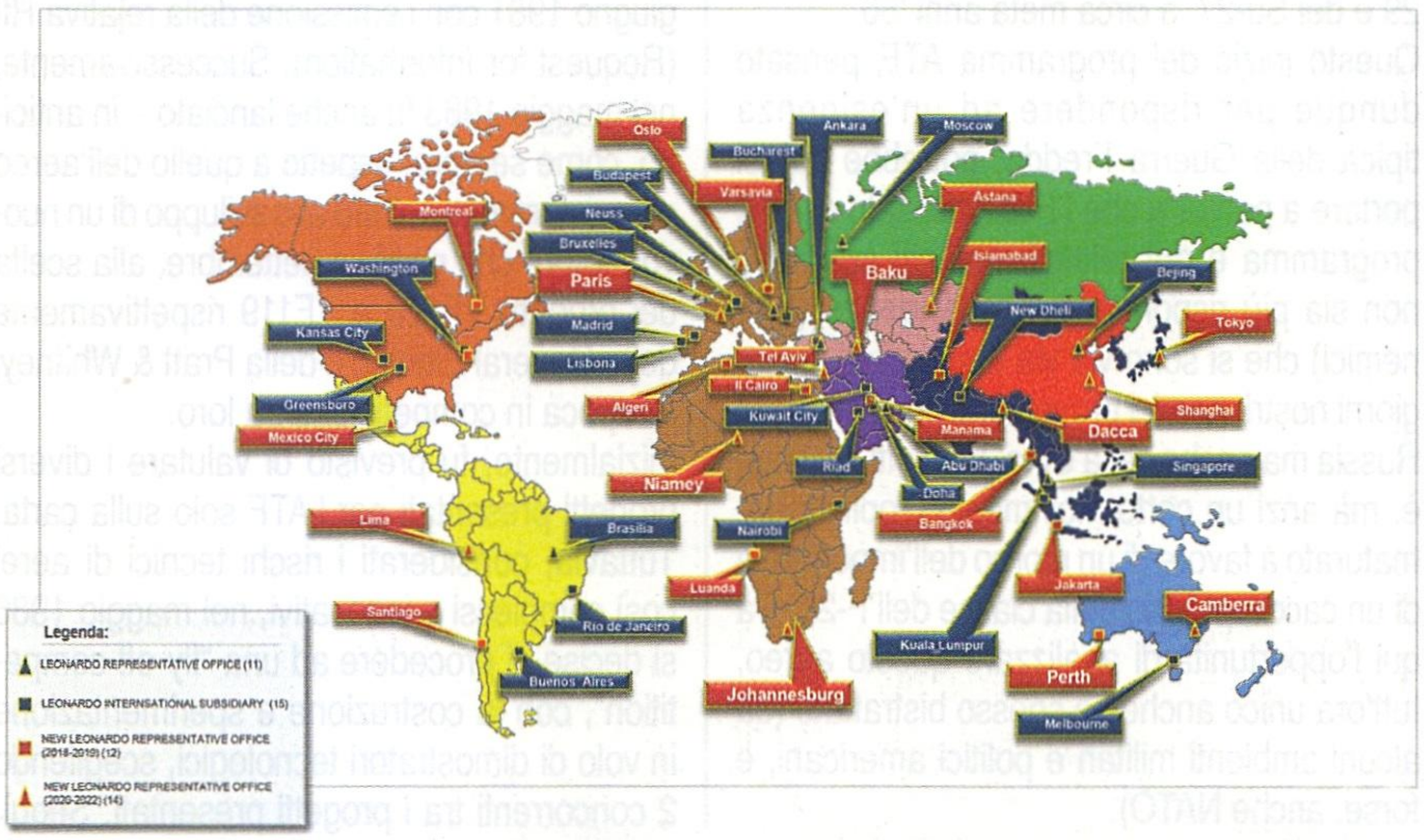

*Il grafico evidenzia la crescita attesa degli ordini nell'arco temporale coperto dal nuovo piano industriale.*

dovrebbe essere composto, tra gli altri, da CTO, CFO e Direttore delle Strategie – al quale spetta il compito di approvare o meno l'offerta delle Divisioni in quelle campagne considerate strategiche. Ricordiamo, infatti, che il piano industriale ha identificato nel quinquennio 2018-2022 70 campagne come strategiche per un valore di oltre 20 miliardi di euro nel triennio 2018-2020. Il CCO, pertanto, in base agli strumenti di cui dispone ed alla sua articolazione sul terreno, può ritenere se una determinata offerta presentata da una Divisione ha le caratteristiche per risultare vincente in una campagna oppure no, adottando nel caso i correttivi ritenuti più opportuni. Allo stesso tempo, il CCO garantirà che le varie Divisioni si muovano all'unisono ed in maniera univoca per aggredire quelle commesse in cui più di una Divisione è coinvolta.
Accanto al comitato commerciale opererà anche il comitato "business winning", che è presieduto dal Senior Vice President Marketing Internazionale e Campagne Strategiche Marco Buratti, il pratica il Vice di Mariani, e che raggruppa i responsabili del marketing delle singole Divisioni ed il Capo del Customer Support di Leonardo. Anche in questo è evidente l'intento di garantire il necessario coordinamento operativo all'attività di marketing delle Divisioni istituendo un organismo centrale presieduto da una "pedina" che riporta direttamente al CCO.

***Selex GmbH è leader nella produzione di radar meterologici.***

© Riproduzione riservata

***Il grafico mostra l'allargamento della presenza all'estero di Leonardo.***



*Un F-22 in volo con 2 serbatoi da 600 galloni US. Evidenti le forme sfuggenti anche nella vista laterale.*

Sergio Coniglio

# F-22: caccia assoluto (e incompreso)

**Quando nei primi anni '80 l'USAF cominciò a elaborare i requisiti operativi del futuro ATF (Advanced Tactical Fighter) da cui sarebbe nato l'F-22, i nemici di riferimento non potevano che essere l'Unione Sovietica e il Patto di Varsavia.**

Notizie e immagini da satellite avevano infatti rivelato lo sviluppo di nuovi caccia potenzialmente superiori agli F-15 e F-16, e ciò venne confermato con la messa in servizio del MiG-29 e del Su-27, a circa metà anni '80.
Questo inizio del programma ATF, pensato dunque per rispondere ad un'esigenza tipica della Guerra Fredda, potrebbe quindi portare a pensare che l'F-22, risultato di quel programma e dei relativi requisiti operativi, non sia più rispondente alle esigenze (e ai nemici) che si sono via via manifestati fino ai giorni nostri, nemici provenienti non solo dalla Russia ma anche dalla Cina. In effetti così non è, ma anzi un certo movimento d'opinione è maturato a favore di un ritorno dell'importanza di un caccia proprio della classe dell'F-22. Da qui l'opportunità di analizzare questo aereo, tutt'ora unico anche se spesso bistrattato (da alcuni ambienti militari e politici americani, e forse, anche NATO).

## Il programma ATF

L'origine dell'F-22 RAPTOR, come risultato del Programma ATF, può essere fatta risalire al giugno 1981 con l'emissione della relativa RfI (Request for Information). Successivamente, nel maggio 1983 fu anche lanciato – in anticipo, come sempre, rispetto a quello dell'aereo – un programma mirato allo sviluppo di un nuovo motore che portò, a settembre, alla scelta dei progetti YF120 e YF119 rispettivamente della General Electric e della Pratt & Whitney, all'epoca in competizione tra loro.
Inizialmente, fu previsto di valutare i diversi progetti presentati per l'ATF solo sulla carta. Tuttavia, considerati i rischi tecnici di aerei così complessi e innovativi, nel maggio 1986 si decise di procedere ad una "fly-off competition", con la costruzione e sperimentazione in volo di dimostratori tecnologici, scegliendo 2 concorrenti tra i progetti presentati. Seguì, nel luglio di quello stesso anno, l'emissione della RfP (Request for Proposal). Venne quindi lanciata, il 31 ottobre 1986, la fase di Dem/Val (Demonstration/Validation), della durata prevista di 50 mesi, conseguente alla scelta dei 2 progetti considerati egualmente rispondenti ai requisiti: il Lockheed YF-22 e il Northrop YF-23. Vennero così assegnati 2 contratti, ciascuno del valore di 691milioni di dollari, alle 2 ditte selezionate: Lockheed (associata con Boeing e General Dynamics) e Northrop (associata con McDonnell Douglas). Ad ogni modo, si stimava che le aziende interessate avrebbero contribuito al programma sperimentale con parecchie centinaia di milioni tratti dalle proprie casse. In particolare, dei 691 milioni di dollari governativi, circa 100 andavano per lo sviluppo del radar e dei sensori elettro-ottici, mentre circa 200 finivano per l'architettura avionica e la relativa integrazione. Per l'altro più significativo elemento, il propulsore, le 2 ditte interessate, General Electric e Pratt & Whitney, ricevettero ciascuna 650 milioni di dollari. Per quanto riguarda la competizione in volo, si sarebbero costruiti 2 esemplari di ciascun modello di aereo equipaggiandone uno con i motori General Electric e l'altro con i Pratt & Whitney, anch'esse in concorrenza tra loro. Il primo modello a volare, il 27 agosto 1990, fu il Northrop YF-23 PAV-1 (Prototype Air Vehicle 1), equipaggiato con il motore Pratt & Whitney YF119. Il Lockheed YF-22 PAV-1, invece equipaggiato con motore General Electric YF120, volò il successivo 29 settembre.

## La scelta

Il 23 aprile 1991 vennero annunciati i vincitori: per l'aereo, il Lockheed F-22, e per il motore, il Pratt & Whitney F119. Seguì, a giugno 1991, il lancio dell'FSD (Full Scale Development).
Non sono mai state ufficialmente date le motivazioni che hanno portato alla scelta dell'YF-22 e del YF119. Tuttavia l'YF-22, dotato di ugelli a spinta vettorabile (TVC: Thrust Vectoring Control) e di 4 superfici di coda, è stato probabilmente giudicato più "caccia" da superiorità aerea, con riferimento alla maneggevolezza e controllabilità anche ad assetti estremi e inusuali. L'YF-23 che, nella valutazione, pare sia risultato più veloce nella crociera supersonica e migliore in termini di bassa osservabilità, appariva tuttavia meno flessibile come impiego operativo, anche nell'aria-aria, risultando essere quasi più un intercettore che un caccia da superiorità aerea. Inoltre, a livello di riduzione del rischio, l'YF-22 aveva esplorato più settori, incluso il lancio di missili e angoli d'incidenza in volo controllabili fino a 60°. A ciò bisogna aggiungere la possibilità tecnica di ottenere una variante imbarcata dell'ATF e, non a caso, proprio l'YF-22 era considerato più "navalizzabile" dell'YF-23 (vedi anche il box sull'F-22N, nella pagina successiva).
Anche per la scelta del motore, il Pratt & Whitney YF119, di configurazione tradizionale, appariva tecnicamente meno rischioso dell'YF120 a ciclo variabile, il quale però aveva portato a prestazioni velocistiche e, ci permettiamo di stimare, anche di autonomia, superiori durante la valutazione del duplice duo aereo/motore. In effetti, va considerato che proprio per i regimi di volo previsti per l'ATF, con almeno pari enfasi nel supersonico come nel subsonico, il ciclo variabile è senz'altro l'ideale. Posto che l'YF119 si è comunque dimostrato un buon motore, è possibile che considerazioni di tipo industriale abbiano giocato a favore della Pratt & Whitney, dal momento che in quegli anni la General Electric aveva conquistato buona parte del mercato dei motori per i velivoli da combattimento sia dell'USAF (B-1B, motorizzazione alternativa, rispetto ai Pratt & Whitney F100, nell'F-16 e potenzialmente, come sarebbe avvenuto successivamente, nell'F-15E, almeno per l'esportazione), che dell'US Navy (F/A-18, F-14A+ e F-14D). Aveva quindi senso coinvolgere anche la Pratt & Whitney nello sviluppo e nella produzione di motori per aerei da combattimento, anziché tagliarla fuori per un'intera generazione, causandone un eccessivo indebolimento.

## Sviluppo e lancio in produzione

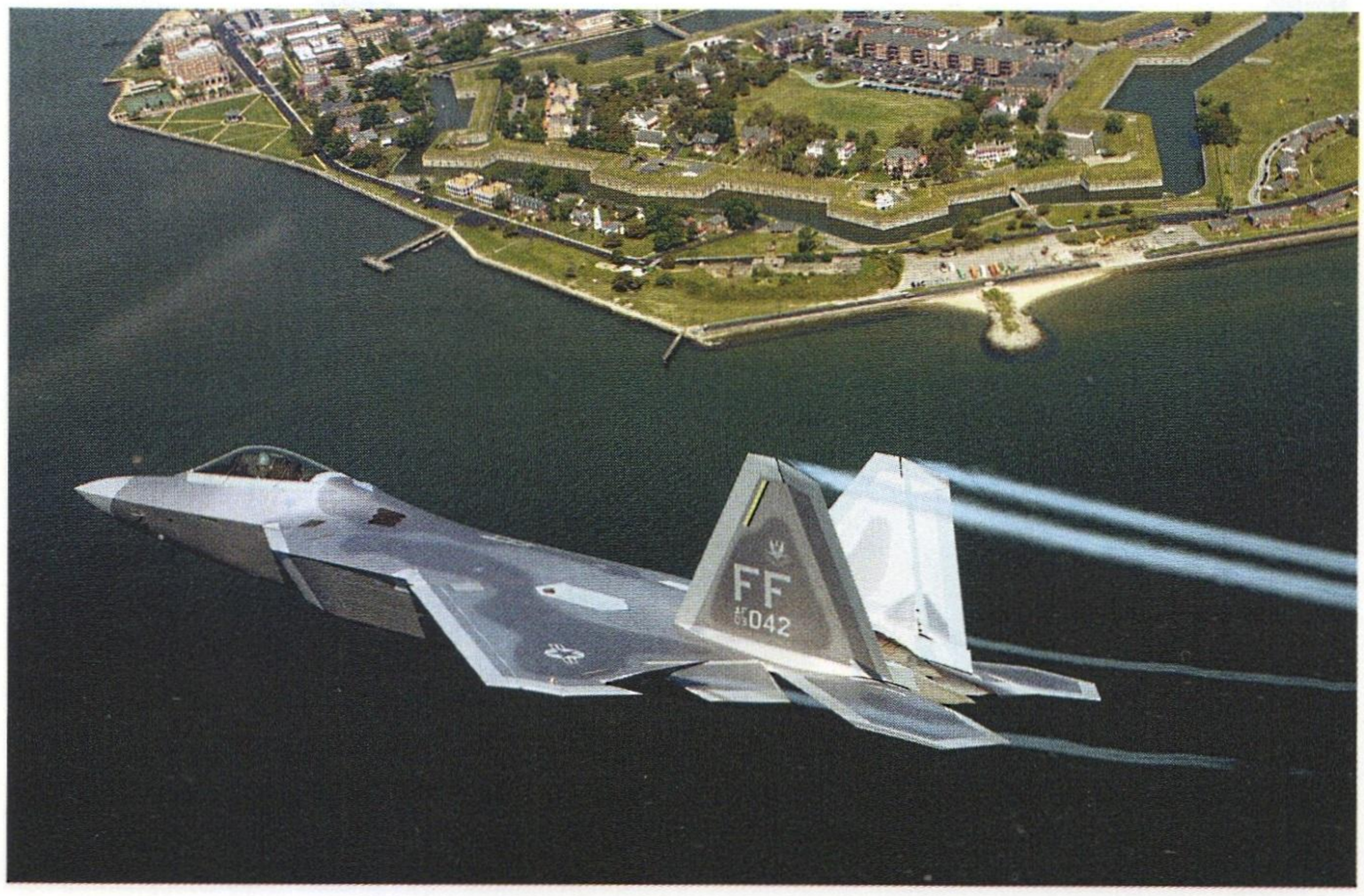
Passarono diversi anni per arrivare dal dimostratore YF-22 al primo prototipo dell'aereo di serie. Al di là di cambiamenti nelle specifiche e numerosi problemi tecnici, giocò un ruolo decisivo il mutamento, nella percezione della minaccia esterna, dovuto al crollo dell'Unione Sovietica e il successivo dissolversi del Patto di Varsavia, il che portò al conseguente slittamento dei tempi del programma, voluto anche a causa dei costi – nonostante, sia ben chiaro, che un programma diluito nel tempo costi complessivamente sempre di più!
Alla fine, il primo aereo della fase EMD (Engineering and Manufacturing Development) denominato RAPTOR 4001 – definito anche "Air Dominance Fighter" – fu presentato il 9 aprile 1997, con il primo volo effettuato il 7 settembre dello stesso anno. Lo stesso RAPTOR 4001 venne successivamente utilizzato per le prove balistiche di sopravvivenza della struttura e riparabilità della stessa dopo i danneggiamenti. L'attività di produzione degli aerei EMD – 8 in tutto – e dei successivi di serie, era stata nel frattempo spostata a Marietta, in Georgia, diversamente dai 2 dimostratori YF-22, che erano invece stati assemblati a Palmdale, California, nella storica Plant 42 dell'USAF – sembrerebbe al simbolico costo di affitto di 1 dollaro l'anno!
La produzione iniziale a basso rateo LRIP (Low-Rate Initial Production) iniziò nel 1999, e il primo F-22 di serie venne consegnato all'USAF, presso la base di Nellis, nel Nevada, a gennaio 2003.
L'F-22A, come nel frattempo era stato designato, raggiunse finalmente la capacità operativa iniziale IOC (Initial Operational Capability) il 15 dicembre 2005. Per l'occasione, si scelse la sigla definitiva di F-22. La FOC (Full Operational Capability) venne ufficializzata 2 anni dopo, nel dicembre 2007, ovvero una volta raggiunta la piena operatività del 1st Fighter Wing e del 192nd Fighter Wing della Virginia Air National Guard.

## Caratteristiche generali del progetto

L'F-22, risultato finale dell'ATF, se mai vi fosse bisogno di dirlo, è un velivolo di grande complessità e di grandi capacità operative. L'aver voluto integrare numerosi elementi di alto valore tecnico per dargli le richieste capacità operative ha portato, con l'introduzione dei

***I 2 contendenti in competizione nel programma ATF. L'YF-22 (in basso) in volo insieme al rivale YF-23 (in alto).***

***Un F-22 in volo su Fort Monroe (Virginia) all'ingresso della Baia di Chesapeake durante il volo di consegna al primo reparto operativo di base sulla Langley Air Force Base.***



### Studi per l'F-22N imbarcato

Dell'ATF era stata ipotizzata sin dalla fine degli anni '80, d'accordo con l'US Navy, una variante imbarcata – programma NATF (Navy Advanced Tactical Fighter) – con l'idea, senz'altro corretta, di sostituire l'F-14 TOMCAT, di cui oggi si sente la mancanza per la difesa aerea, senza compromessi, della flotta.
Il programma in effetti era stato sollecitato dal Congresso americano che nel 1986 aveva spinto l'ipotesi di uno "scambio" tra l'ATF dell'USAF – navalizzato – e l'ATA della US Navy (ricordiamo il programma ATA: Advanced Tactical Aircraft, aereo d'attacco navale "stealth" sostituto dell'A-6 INTRUDER, sfociato nel poi abortito programma McDonnell Douglas/ General Dynamics A-12 AVENGER II) che, nell'USAF, avrebbe dovuto a sua volta sostituire l'F-111. In base ai requisiti iniziali sarebbero stati costruiti 750 ATF per l'USAF e 618 NATF per l'US Navy, motivo di sicuro interesse per il Congresso in vena sempre di sinergie volte al risparmio, ma trascurando spesso, diremmo sempre, le esigenze di progetto molto diverse tra aerei imbarcati e terrestri.
Dopo gli studi iniziali fatti su entrambi i contendenti per ATF, YF-22 e YF-23 – l'US Navy aveva anche distaccato 3 ufficiali presso il Program Office dell'USAF per l'ATF nella Wright-Patterson Air Force Base – pare che l'YF-22 fosse ritenuto di più facile navalizzazione dell'YF-23. Venne quindi approfondito lo studio di una variante navale del primo, denominata non ufficialmente F-22N, dotata di ala a freccia variabile come l'F-14. Tale scelta di configurazione fu presumibilmente basata sulle stesse motivazioni che l'avevano fatta scegliere per l'F-14: relativamente bassa velocità d'avvicinamento/appontaggio, qualità di volo e controllabilità nella critica fase di appontaggio, lunga durata di volo in pattugliamento a distanza (CAP: Combat Air Patrol) nel ruolo di difesa aerea della flotta.
Il programma per il NATF fu tuttavia cancellato nei primi anni '90 perché sembra che le modifiche necessarie per la navalizzazione portassero a pesi eccessivi per le operazioni da portaerei. La Marina valutava che un ATF navale avrebbe avuto un peso a vuoto di circa 1.800 kg superiore alla versione terrestre, mentre il peso al decollo sarebbe cresciuto di 2-3 volte tanto, quindi circa 3.500-5.000 kg in totale. Dato il limite di peso al decollo specificato dall'US Navy per il NATF in 65.000 lb (29.500 kg), oggi si può affermare che la valutazione era sostanzialmente corretta considerando che l'F-22 (terrestre) ha un peso al decollo in configurazione aria-aria di quasi 30 t e, dunque, un ipotetico F-22N equivalente avrebbe oggi raggiunto circa 33-35 t al decollo, sempre nella, relativamente leggera, configurazione aria-aria.

programmati miglioramenti durante lo sviluppo (che continua ancora oggi, e così sarà anche in futuro), a incontrare inevitabili rischi tecnici e notevole incremento dei costi.
Problemi in particolare si riscontrarono sin dall'inizio degli studi, soprattutto per ciò che riguardava:
- Resistenza aerodinamica in regime supersonico a fronte dei necessari volumi interni per serbatoi e stiva armamento;
- Manovrabilità in regime supersonico e subsonico a fronte delle caratteristiche necessarie per ottenere la bassa osservabilità;
- Prestazioni dell'impianto propulsore, sempre a fronte delle esigenze di bassa osservabilità;
- Sviluppo e, soprattutto, integrazione degli elementi dell'avionica con presentazione sintetica al pilota.

***La vista frontale dell'F-22 evidenzia le forme sfuggenti da tutti gli angoli di visuale per ridurre la riflettività alle onde radar.***

## Descrizione tecnica

La combinazione delle prestazioni di punta, della bassa osservabilità in tutte le direzioni (e non solo ai radar, ma nei vari spettri: elettromagnetico, infrarosso, visivo, sonoro) e la presentazione al pilota della situazione tattica complessiva per un adeguato controllo della stessa e rapida assunzione delle decisioni più opportune, sono i punti di forza dell'F-22 RAPTOR.
Tra i molti obiettivi operativi e le conseguenti scelte tecniche poste dal programma ATF, uno dei più importanti, insieme a quello della bassa osservabilità, è stato senza dubbio quello di inseguire la prestazione supersonica, ma non come spunto di velocità, dal momento che questa era stata raggiunta ampiamente da tutti gli aerei supersonici già dagli anni cinquanta, ma come persistenza ed unitamente ad adeguate capacità di manovra. Infatti, gli aerei convenzionali risultano essere oltremodo stabili, e quindi poco agili e manovrieri nel supersonico, a causa dell'effetto dello spostamento indietro del centro di pressione, che porta ad un eccessivo margine di stabilità statica e conseguente forte aumento della resistenza di equilibramento (trim drag), con conseguente riduzione dell'autorità di manovra longitudinale (intorno all'asse di beccheggio).
Il raggiungimento di tale fondamentale obiettivo di progetto, ovvero la crociera in regime supersonico, richiede di operare su almeno 3 "linee tecnologiche":
- Aerodinamica supersonica per ridurre la resistenza (di scia, d'attrito e d'onda). Questa già presente in tutti gli aerei supersonici, anche del passato;
- Riduzione della resistenza di equilibramento (trim drag) in regime supersonico. Un problema risolvibile progettando il velivolo con stabilità rilassata (tendenzialmente negativa in regime subsonico, per passare a neutra nel supersonico) e con l'introduzione di comandi di volo computerizzati (Fly-By-Wire), ma anche con l'adozione della spinta vettoriale (TVC, Thrust Vector Control) con la sua capacità, tra le altre, di contribuire a "trimmare" l'aereo;
- Propulsore capace di generare elevata spinta senza l'utilizzo della postcombustione, ovvero nel modo di funzionamento a secco (dry), ma con consumi specifici bassi rispetto al passato. Da cui, la necessità di motore con ciclo di funzionamento a getto puro o con rapporto di diluizione molto basso o, meglio ancora, a ciclo variabile. Ciò è all'opposto di quanto richiesto per un'efficiente crociera in regime subsonico, capacità quest'ultima comunque necessaria

per una buona parte del profilo di missione sia all'andata che al ritorno.

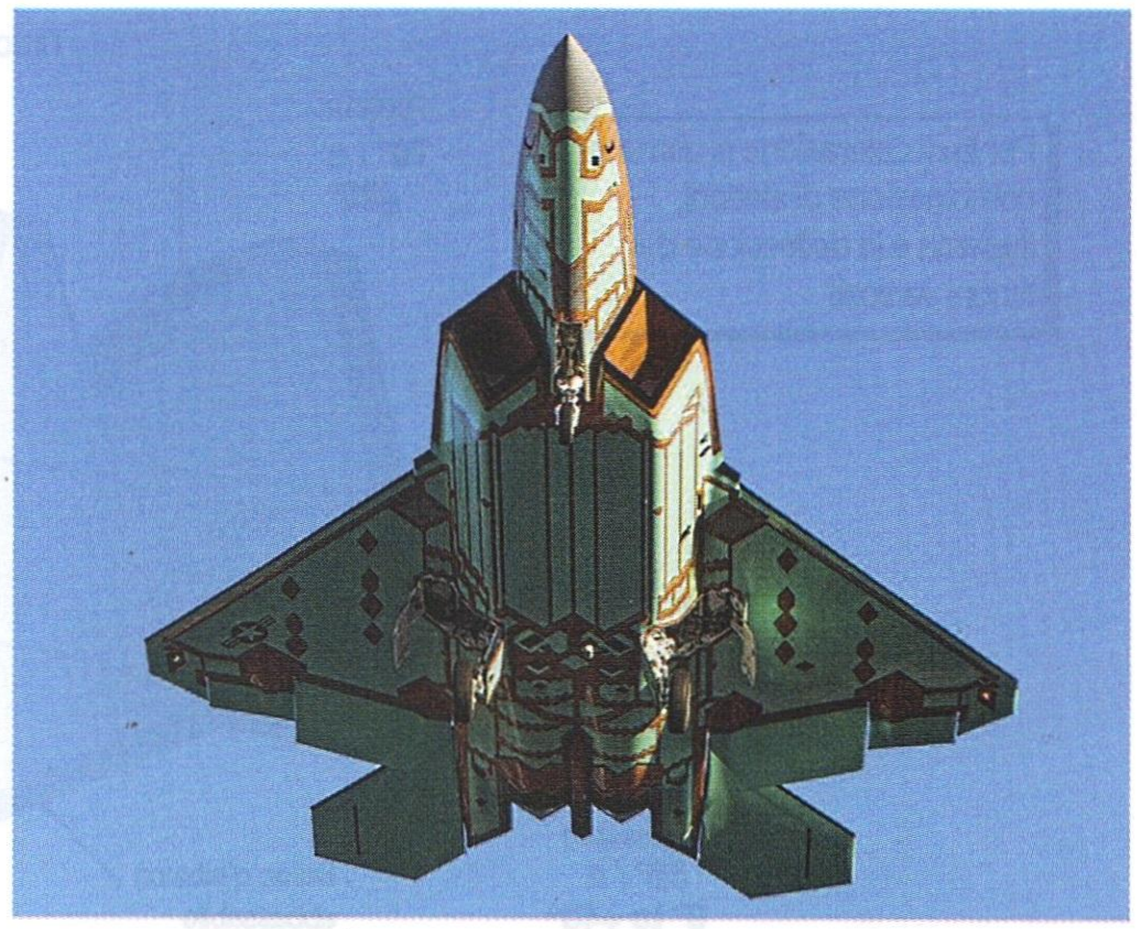
## Aerodinamica

La configurazione generale dell'F-22 consiste in una fusoliera relativamente piatta con sezione poligonale e fiancate sfuggenti, il tutto per ridurre su 360° le riflessioni delle onde radar verso la loro sorgente e quindi la rilevabilità dell'aereo. L'aereo è sostanzialmente un delta, però con piani di coda. Questi sono nello stesso piano dell'ala, non visibili separatamente dal settore frontale. In un certo senso, non essendovi soluzione di continuità tra bordo di fuga dell'ala e d'entrata dei piani orizzontali nella zona del loro incastro con le carenature laterali della fusoliera, che supportano tutti i 4 piani di coda, questi piani possono essere considerati come parte delle superfici di controllo dell'ala a delta. Sarà un caso, ma il PAK FA T-50 russo, alla fine battezzato Su-57, ha in pratica la stessa configurazione per ala e piani orizzontali: stessi requisiti portano spesso a stesse soluzioni. Quanto allo spessore relativo dell'ala esso è del 5,92% all'incastro e scende poi al 4,29% all'estremità. Notevole anche lo svergolamento dell'ala con un'incidenza costruttiva all'incastro di +5° che all'estremità passa a -3,1°, quindi con uno svergolamento totale di 8,1°; ciò è chiaramente studiato per ottenere un comportamento ottimale dell'ala agli alti angoli d'incidenza.
Rispetto all'YF-22, diverse sono state le modifiche nella configurazione; tra le più evidenti sicuramente l'ala, sempre a delta, ma con angolo di freccia sul bordo d'attacco ridotto da 48° a 42°, con una freccia negativa del bordo di fuga di 17°, mentre le derive hanno avuto la loro superficie diminuita del 20%. Nella fusoliera invece vi è stato lo spostamento in avanti della cabina, per migliorare la visibilità, e lo spostamento indietro delle prese d'aria.
Ai fini di una bassa riflettività, la fusoliera anteriore, cabina inclusa, ha sezione a losanga con raccordi laterali tra fiancate e dorso spigolosi, "chines", e spigoloso è anche il raccordo delle fiancate della fusoliera dopo le prese d'aria con il bordo d'attacco alare. Entrambi questi spigoli generano, ad angoli d'incidenza elevati, vortici che inducono la ormai classica portanza vorticosa (vortex lift).

## Comandi di volo e TVC

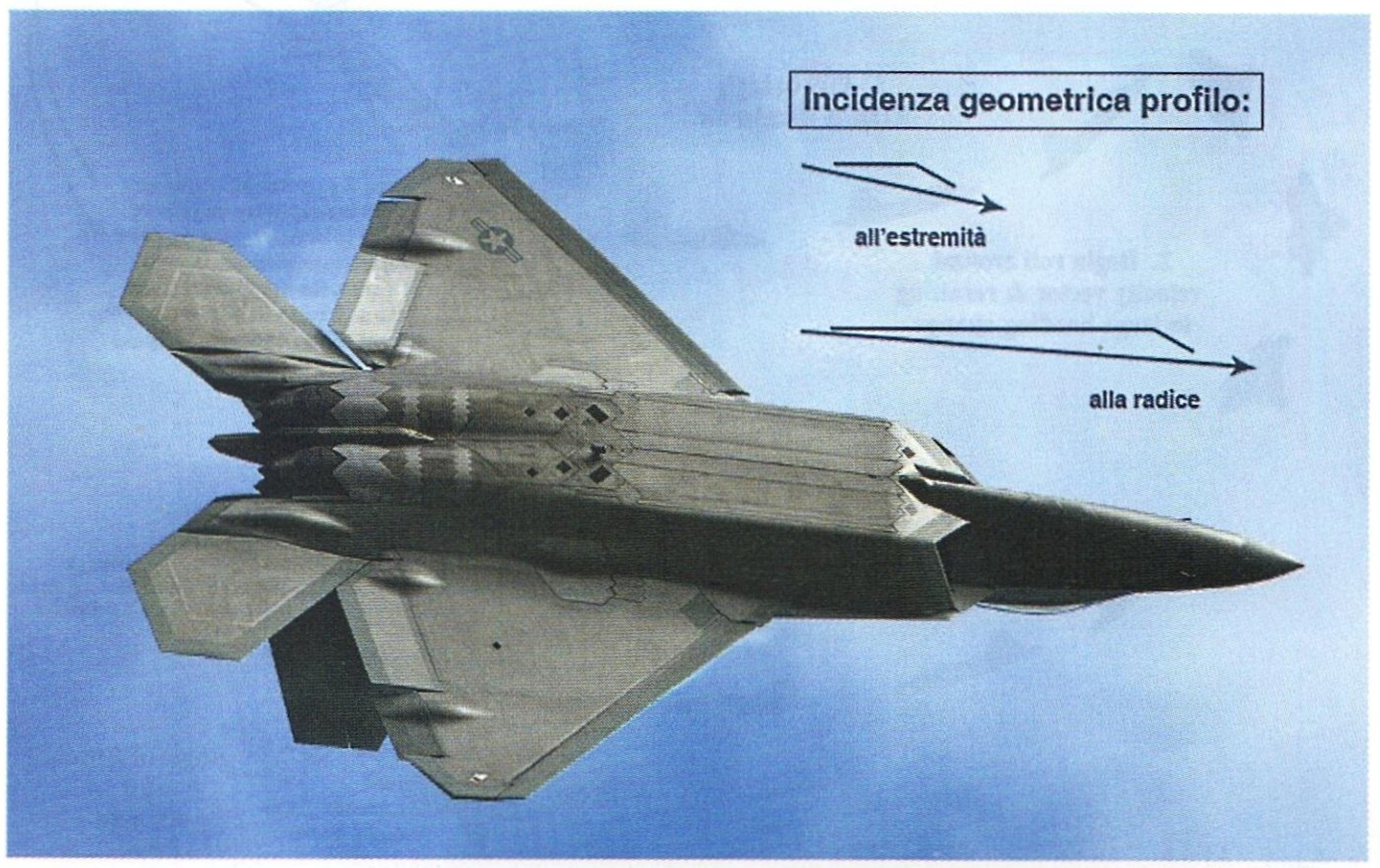
L'F-22 RAPTOR, aereo cosiddetto a stabilità rilassata, ha comandi di volo controllati elettronicamente (Electronically signaled flight controls) ovvero FBW (Fly-by-Wire), attraverso un sistema digitale triplex di computer e sensori indipendenti. Del sistema di comandi di volo sono parte integrante gli ugelli di scarico dei motori, orientabili nel piano verticale, che quindi contribuiscono al controllo longitudinale ma anche laterale (in virtù della possibilità di essere azionati in maniera differenziale) insieme ai piani orizzontali completamente mobili.

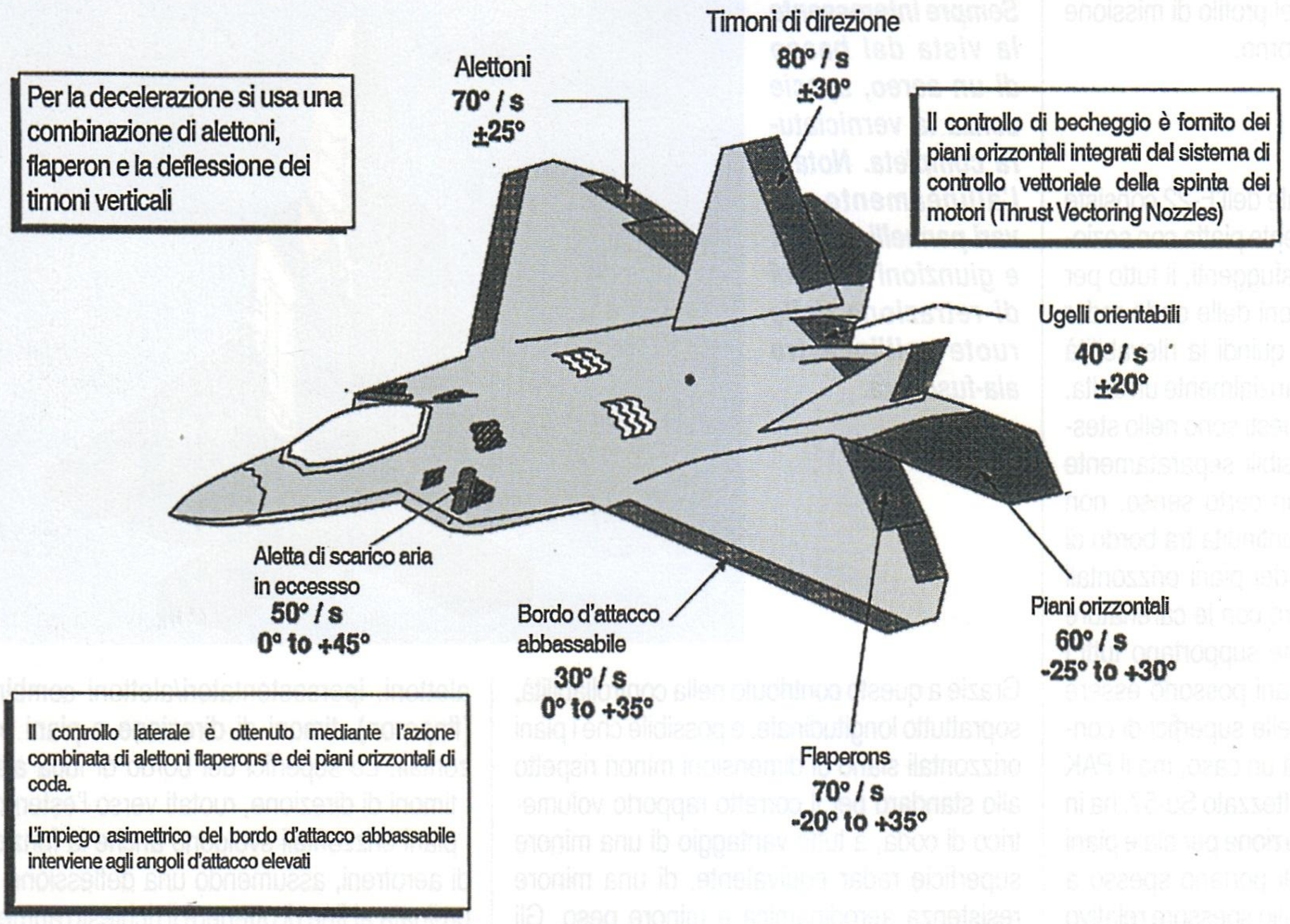
***Sempre interessante la vista dal basso di un aereo, specie senza la verniciatura completa. Notare l'allineamento dei vari pannelli, portelli e giunzioni e i vani di retrazione delle ruote nell'incastro ala-fusoliera.***



Grazie a questo contributo nella controllabilità, soprattutto longitudinale, è possibile che i piani orizzontali siano di dimensioni minori rispetto allo standard per il corretto rapporto volumetrico di coda, a tutto vantaggio di una minore superficie radar equivalente, di una minore resistenza aerodinamica e minore peso. Gli ugelli orientabili sono particolarmente utili come elementi di controllo negli assetti molto cabrati e anche a bassa velocità e/o di quota elevata (condizioni queste, di bassa pressione dinamica, in cui le superfici aerodinamiche sono meno efficaci), dimostrati con gli oltre 60° d'incidenza raggiunti già dall'YF-22. In queste condizioni i piani orizzontali e gli ugelli mobili, con movimento differenziale, hanno capacità di controllo laterale intorno all'asse di rollio riducendo l'esigenza di utilizzare gli alettoni, il cui uso è sempre critico agli alti angoli. In sintesi, l'effetto degli ugelli mobili è tale da contribuire a raddoppiare circa l'autorità di controllo longitudinale (beccheggio) e incrementare di circa il 50% il rateo di rollio, via via che aumenta l'angolo d'incidenza dell'aereo.
Numerose sono le superfici di controllo aerodinamico: bordo d'attacco dell'ala abbassabile, alettoni, ipersostentatori/alettoni combinati (flaperon), timoni di direzione e piani orizzontali. Le superfici del bordo di fuga alare, i timoni di direzione, ruotati verso l'esterno, e i piani orizzontali svolgono anche la funzione di aerofreni, assumendo una deflessione coordinata al fine di ottenere il richiesto aumento di resistenza aerodinamica ma senza indurre, nel contempo, momenti di manovra su alcuno dei 3 assi. Da notare a questo proposito che le superfici interne agli alettoni, in genere con sola funzione di ipersostentatori, quindi con deflessione solo verso il basso, al contrario nell'F-22 hanno capacità di deflessione totale anche verso l'alto (-20°/+35°) al duplice scopo di aiutare nel controllo laterale gli alettoni e di contribuire alla funzione di aerofreni.
Interessanti le 2 alette, simili a diruttori, poste sopra e immediatamente dietro le prese d'aria, con la duplice funzione di scaricare l'eccesso d'aria in ingresso nelle prese d'aria (bleed air), ma anche di controllare la portanza vorticosa creata dagli spigoli della fusoliera anteriore.
Il bordo d'attacco dell'ala, abbassabile fino a 35°, è a corda costante dalla radice fino all'estremità, l'asse di cerniera è quindi allineato

***Ben visibile nella foto il bordo d'attacco abbassabile delle semiali a corda costante e conseguente incremento della curvatura/svergolamento verso l'estremità con diversa incidenza geometrica locale.***



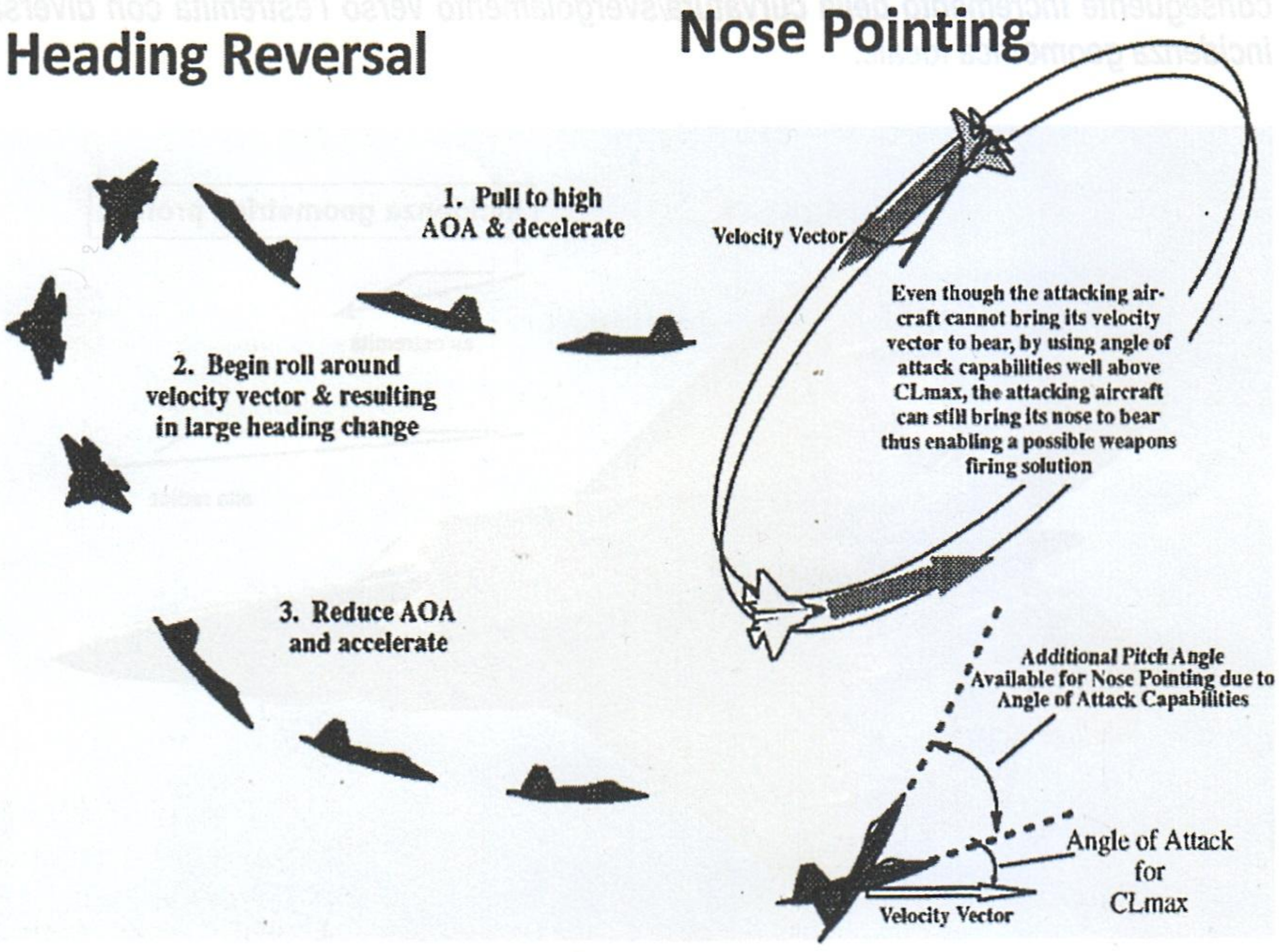



***L'F-22 utilizza per il controllo alettoni, flaperoni, piani di profondità, timoni di direzione e alette sul bordo d'attacco integrati con il movimento nel piano verticale degli ugelli orientabili dei motori.***

e con lo stesso angolo di freccia del bordo d'attacco dell'ala, così da ridurre le direzioni preferenziali di riflessione alle onde radar. Tale soluzione, questa volta dal punto di vista aerodinamico, si riflette positivamente su maneggevolezza e controllabilità agli alti angoli d'incidenza. La deflessione ha effetto aerodinamicamente simile a quello del succitato svergolamento costruttivo geometrico dell'ala. Tuttavia, essendo la corda della parte mobile costante, essa aumenta in percentuale sulla corda locale complessiva dell'ala che si riduce lungo l'apertura a causa della rastremazione in pianta della semiala. Ciò produce l'effetto di un ulteriore svergolamento crescente verso l'estremità, che risulta utile nel prevenire lo stallo delle estremità alari in manovre ad alti angoli d'incidenza. Concettualmente simile, ma con il bordo d'attacco fisso, è l'ala dell'F-15: nel caso dell'EAGLE, quest'ultimo ha curvatura conica crescente partendo dalla radice fino all'estremità, creando quindi un forte svergolamento geometrico. Anche il nuovo Boeing/SAAB T-X segue questo schema, ma con meno svergolamento geometrico avendo già l'ala il bordo d'attacco con aletta a fessura.

La funzione di ipersostentazione, oltre al bordo d'attacco abbassabile, è svolta da tutte le 4 superfici del bordo di fuga dell'ala, alettoni e flaperon, questi ultimi di tipo a semplice curvatura. I piani verticali, inclinati verso l'esterno di 28°, riducono il rischio di trovarsi in zona con bassa pressione dinamica, quindi ridotta efficacia, agli alti angoli d'incidenza, a causa della schermatura aerodinamica causata dal largo dorso della fusoliera propria a un bimotore come l'F-22. Le capacità di manovra dell'F-22, in regime sia subsonico che supersonico, sono superbe. Il RAPTOR è accreditato della capacità di effettuare manovre estreme, cosiddette post-stall, quali la Herbst (J-turn per gli Americani), per la rapidissima inversione di 180° della direzione di volo e il, per certi versi simile, "Cobra di Pugachev", per una rapidissima decelerazione assumendo angoli d'incidenza estremi (mostrata per la prima volta da un Su-27 a Parigi nel corso del Salone di Le Bourget nel 1989, il velivolo russo

***L'F-22 è progettato per eccellere anche nel combattimento a breve distanza. Qui sono presentate 2 manovre estreme volte a capovolgere una possibile situazione di svantaggio: lo "Heading reversal" nota anche come "Herbst manouvre" o "J-turn" (a sinistra) e il puntamento diretto dell'aereo mentre continua ad effettuare una virata al limite della portanza – condizioni di CLmax – (a destra).***




***Nella prima manovra a una brusca cabrata con forte decelerazione segue una rotazione intorno all'asse vento relativo (all'incirca l'asse verticale per l'aereo) con successiva picchiata e richiamata per fronteggiare il nemico che prima inseguiva da posizione favorevole per una soluzione di tiro.***

***Nella seconda manovra compare la capacità di assumere angoli d'incidenza estremi, ben oltre l'angolo di stallo tradizionale, mantenendo il controllo dell'aereo e comunque oltre l'incidenza per sviluppare la massima portanza e conseguente massimo rateo di virata. La possibilità di assumere tali angoli, ovvero assetti "post-stall" consente di puntare la fusoliera verso il nemico inseguitore ottenendo anche qui una possibile soluzione di tiro con cannone o missile a breve portata.***

toccava con una manovra impressionante – lo scrivente c'era – angoli di attacco α ~ 120°), e successivamente impostare altre manovre, per esempio d'attacco o di scampo.

## Struttura

La cellula dell'F-22 è composta da diversi assiemi principali. Il tronco anteriore della fusoliera, completo di cabina ed equipaggiamenti interni, i piani di coda, le superfici mobili dell'ala, le estremità alari, sono realizzati da Lockheed Martin (Marietta, Georgia). Il medesimo stabilimento effettua anche l'assemblaggio finale dell'aereo; mentre sempre Lockheed Martin, questa volta a Fort Worth, in Texas, si occupa del tronco centrale della fusoliera. Boeing, invece, realizza il tronco posteriore della fusoliera, i cassoni alari e le carenature latero-posteriori della fusoliera (che supportano i piani di coda).

Per quanto riguarda i materiali impiegati, la cellula adotta una soluzione mista che vede una netta prevalenza delle leghe di titanio (intorno al 40% del peso), con una buona presenza dei compositi avanzati (di varie caratteristiche) in genere a base di carbonio (circa il 25%), il ricorso all'alluminio è ancora piuttosto ampio (16%), mentre è relativamente modesto il contenuto di acciaio (circa il 6%). Evidentemente in molte aree, quali le baie motori e il tronco di coda, all'acciaio è stato preferito il titanio poiché quest'ultimo mantiene le stesse caratteristiche di resistenza meccanica e termica in molte applicazioni con un peso decisamente inferiore (ciò è vero in quasi tutte le applicazioni, tanto è vero che gli elementi dei carrelli sono ancora realizzati prevalentemente ricorrendo alle leghe d'acciaio ad altissima resistenza).

Per la struttura interna della fusoliera si nota una certa prevalenza dei materiali metallici: 4 delle principali ordinate di forza della parte centrale della fusoliera sono, per esempio, dei forgiati di titanio successivamente macchinati.

La prevalenza dei materiali compositi si ha invece per il fasciame esterno della fusoliera anteriore e centrale realizzato in grafite bismaleimide. Il metallo, titanio soprattutto (meno l'alluminio), prevale invece nella parte posteriore della fusoliera, vale a dire nella zona motori, rappresentando in quest'area quasi il 90% in peso della struttura.

Circa le stesse scelte sono state fatte per l'ala, con la struttura primaria interna, multilongherone, mista con un'alternanza di longheroni in titanio, uno su 3, e in compositi (realizzati con il metodo RTM, Resin Transfer Moulded). In particolare, il primo e l'ultimo longherone delle semiali – che supportano le superfici mobili del bordo d'attacco e di fuga – e la centina di chiusura dell'estremità alare, sono tutti realizzati in titanio macchinato, in pratica costituendo una struttura perimetrale chiusa, tutta metallica, che racchiude il cassone alare. Non a caso i detti 2 longheroni sono vincolati ad altrettante ordinate di forza di fusoliera di titanio. Il fasciame esterno lavorante è invece in composito: anche in questo caso si tratta di grafite bismaleimide.

L'impiego, abbastanza esteso, di compositi avanzati è stato certamente dettato dal desiderio di contenere i pesi. Tuttavia nello sviluppo dettagliato del progetto appare evidente un certo ritorno al metallo con significativo impatto sul peso a vuoto finale rispetto alle aspettative iniziali.

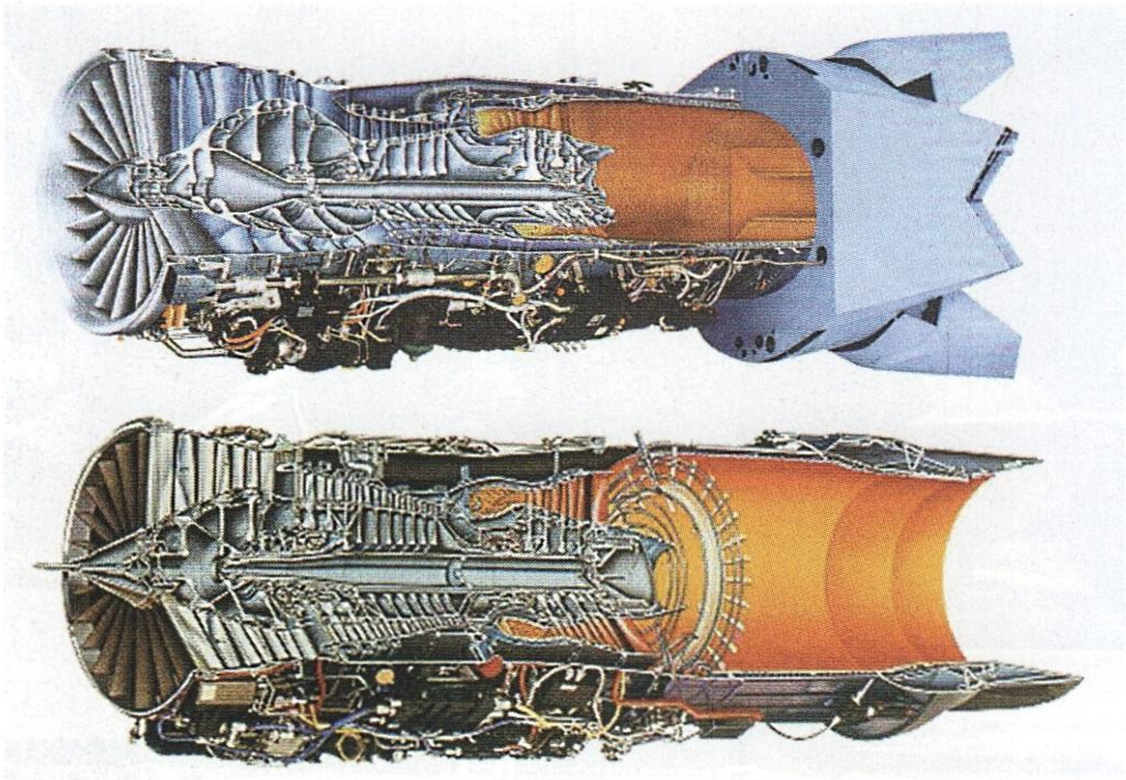
Vi è da dire che il peso specifico dei vari compositi è nell'ordine della metà, e spesso meno, già rispetto al titanio (in realtà alle leghe di titanio) che, tra i metalli, è uno di quelli con il più favorevole rapporto resistenza/peso (peso specifico del titanio pari a circa 4,5 kg/dm$^3$ rispetto a circa 7,85 kg/dm$^3$ di un generico acciaio). Da notare la sostituzione – per migliorare la resistenza balistica, dopo le relative prove reali – di un longherone ogni 3 nell'ala dell'F-22, inizialmente tutti in composito, con uno in lega di titanio; un altro dei motivi che hanno contribuito all'aumento di peso (notevole).

I compositi, di diverso tipo, ritornano a prevalere invece in tutte le superfici di coda e nelle parti mobili, sia per la struttura interna che per il fasciame. In massima parte, esse sono infatti realizzate in composito. Uniche eccezioni, la struttura interna in nido d'ape di alluminio dei piani orizzontali e i 3 attacchi e parte dei relativi longheroni dei piani verticali. Tutta la portelleria ha i bordi di chiusura anteriori e posteriori a zig-zag per allinearli con le 2 direzioni principali di orientamento delle superfici dell'aereo – per motivi di bassa osservabilità radar – che, in pianta, sono costituite dall'angolo di freccia del bordo d'attacco, del bordo di fuga dell'ala e dei piani di coda orizzontali.

Il carrello d'atterraggio, progettato e costruito dalla Menasco, di tipo triciclo retrattile, è dimensionato per una velocità verticale massima di 10 ft/s (3,05 m/s). L'elemento anteriore si retrae in avanti in fusoliera. I 2 semicarrelli principali, invece, si retraggono lateralmente verso l'esterno con rotazione verso l'alto, mentre le gambe rientrano nei fianchi, inclinati, della fusoliera, e le ruote nella zona d'incastro ala-fusoliera. Il gruppo ruote-freni e il sistema anti-slittamento sono forniti dalla Honeywell. Un gancio d'arresto d'emergenza è retrattile in un vano posto sotto la parte posteriore della fusoliera tra le baie dei motori, vano che è naturalmente chiuso da 2 portelli per rispettare al meglio il principio di generare il minimo ritorno

***Una vista posteriore del velivolo. In evidenza gli ugelli orientabili e i 2 semicarrelli principali che si ritraggono lateralmente.***

***Ripartizione del lavoro tra le aziende coinvolte: Lockheed Martin (stabilimenti di Marietta e di Ft. Worth), Boeing e Pratt & Whitney.***



***Due motori Pratt & Whitney per aerei da caccia a distanza di 20 anni: in basso l'F100-PW-229, in alto l'F119-PW-100. Evidente la riduzione numerica degli stadi – compressore e turbina – delle parti e le palette più compatte a corda larga, quindi rigide, dell'F119.***

radar. La vita a fatica della cellula è prevista in 8.000 ore di volo, anche se è però possibile che essa venga estesa a 10.000-12.000 ore (com'è tipico per gli aerei americani).

## Propulsione

L'F-22 è spinto da 2 turbogetti Pratt & Whitney F119-PW-100 a doppio flusso con basso rapporto di diluizione: per questo parametro, data l'ottimizzazione del motore per il regime supersonico e, più in particolare, per la crociera in questo regime senza l'utilizzo della postcombustione, è stato scelto un valore intorno a 0,3:1. Giusto per confronto, l'F135, che è derivato dall'F119, e che la stessa Pratt & Whitney fornisce per l'F-35, ha un rapporto di diluizione di 0,57: quindi, quasi il doppio. Ciò è in linea con il diverso regime di utilizzo dei 2 aerei. Interessante, sempre relativamente al differente regime tipico di utilizzo, è anche osservare il maggiore incremento percentuale della spinta con postcombustione piuttosto che senza, ottenuto, nell'F135, grazie appunto ad un più alto rapporto di diluizione rispetto a quello dell'F119 (54% d'incremento per l'F135, contro il 48 % per il motore dell'F-22). Questa diversità è in linea con il rapporto di diluizione dei 2 motori e la conseguente maggiore (con una più alta diluizione) o minore portata di massa d'aria disponibile per la postcombustione a valle del flusso primario. L'F119, ottimizzato per il regime supersonico, ha una più elevata spinta specifica nel funzionamento a "secco" rispetto ai precedenti motori adatti al volo supersonico ma, come detto, con ottimizzazione prevalente nel subsonico.

Va comunque detto che l'F119 è stato la base per il motore dell'F-35. In particolare, la parte "calda"/alta pressione costituente il cosiddetto "core engine", è molto simile.

I motori sono alimentati da prese d'aria a geometria fissa, soluzione scelta per ridurre le riflessioni radar provocate dalla discontinuità tra i pannelli mobili di quelle a geometria variabile. I condotti d'aria sono a serpentina, in modo da evitare l'impatto diretto delle onde radar con le palette del compressore, nota fonte di forte riflessione radar. A questo fine, i condotti sono inoltre rivestiti con materiale radar assorbente (RAM, Radar Absorbent Material).

Sopra e immediatamente dietro ciascuna presa d'aria è presente un'aletta di scarico dell'aria in eccesso (bleed air), con funzioni anche di diruttore, già citata tra i comandi di volo. Ulteriori alette di scarico dell'aria in eccesso ai motori sono presenti nel dorso della fusoliera più indietro. Si tratta di 2 gruppi, uno per ciascun condotto d'aria al motore, composti da 3 serie di 3 alette ciascuna con forma a zig-zag in allineamento sempre con le direzioni preferenziali che caratterizzano le superfici e vari elementi esterni dell'aereo.

L'architettura dell'F119 è bialbero, con gli alberi coassiali controrotanti per ottenere una maggiore compattezza. Il compressore di bassa pressione/ventola è invece tristadio, mentre le palette in ingresso che supportano il mozzo hanno la parte posteriore a incidenza variabile. Le palette dei 3 stadi, piuttosto distanziate tra loro, hanno una corda molto larga ed un basso allungamento. La loro costruzione è integrale con il rispettivo mozzo e quelle del primo stadio sono cave in modo tale da ottenere un alleggerimento (prima applicazione nota di questa soluzione nel motore di un caccia). Grazie alla rigidezza, dovuta all'ampia corda, non è necessario alcun anello intermedio lungo l'apertura delle alette per irrigidirle, ciò che riduce le perdite a tutto vantaggio di un migliore rendimento complessivo. La loro struttura è in lega di titanio.

Segue il compressore a bassa pressione a 6 stadi, di cui i primi 3 con palette d'ingresso e statoriche a incidenza variabile. Le palette degli elementi rotanti sono anch'esse dotate di ampia corda, ovvero basso allungamento, e realizzate in lega di titanio. La costruzione delle stesse, ottenuta per lavorazione di macchina, è anch'essa integrale con il rispettivo disco (blisk – blade & disk) per la massima robustezza. Il rapporto di compressione totale del motore è nell'ordine di 35:1. Valore notevole, essendo ottenuto con un modesto numero totale di stadi del compressore, 9 in tutto, grazie all'elevato carico per stadio (ovvero, rapporto di compressione ottenuto in ciascuno stadio) (1).

La camera di combustione, ovviamente anulare, pur essendo molto corta è capace di elevato rendimento termico ed è del tipo "floatwall" che ne incrementa la vita malgrado le elevate sollecitazioni termiche. Ciò grazie sia al collegamento flessibile del "tubo di fiamma" (non tubolare ma anulare), alle pareti esterne della camera di combustione, sia all'elaborato sistema di circolazione del flusso dell'aria secondaria e terziaria di combustione e raffreddamento. Gli iniettori sono del tipo "airblast" per assicurare una rapida e completa miscelazione dell'aria primaria di combustione

(1) Per confronto, ecco i rapporti di compressione dei motori più recenti: EJ200 (Eurofighter 2000), F404 (F/A-18), M88 (Rafale), prime versioni dell'F100 (F-15 e F-16) e dell'F110 (F-14D, F-15 e F-16) sono tutti intorno a valori di 24-26:1, cresciuti a circa 30 e più nelle più recenti varianti dell'F100 e F110 e nell'F414 (F/A-18E/F), che si può considerare una versione maggiorata dell'F404. Notare che il superbo General Electric J79 (che potenziava tra l'altro l'F-4 PHANTOM II, l'F-104 e non solo), nelle sue ultime versioni (installate anche sull'F-104S), con il suo compressore a 17 stadi pur ottimo – e già con palette statoriche a incidenza variabile in ingresso e nei primi 6 stadi – raggiungeva un rapporto di compressione totale di 13,5:1. L'odierno EJ200, in pratica con metà stadi nel compressore, raggiunge un rapporto di compressione doppio; l'F119, anch'esso con 9 stadi totali, arriva addirittura a un valore oltre 2,5 volte superiore: evidente il progresso, in particolare nella fluidodinamica computazionale interna dei compressori basata sullo studio tridimensionale del flusso.

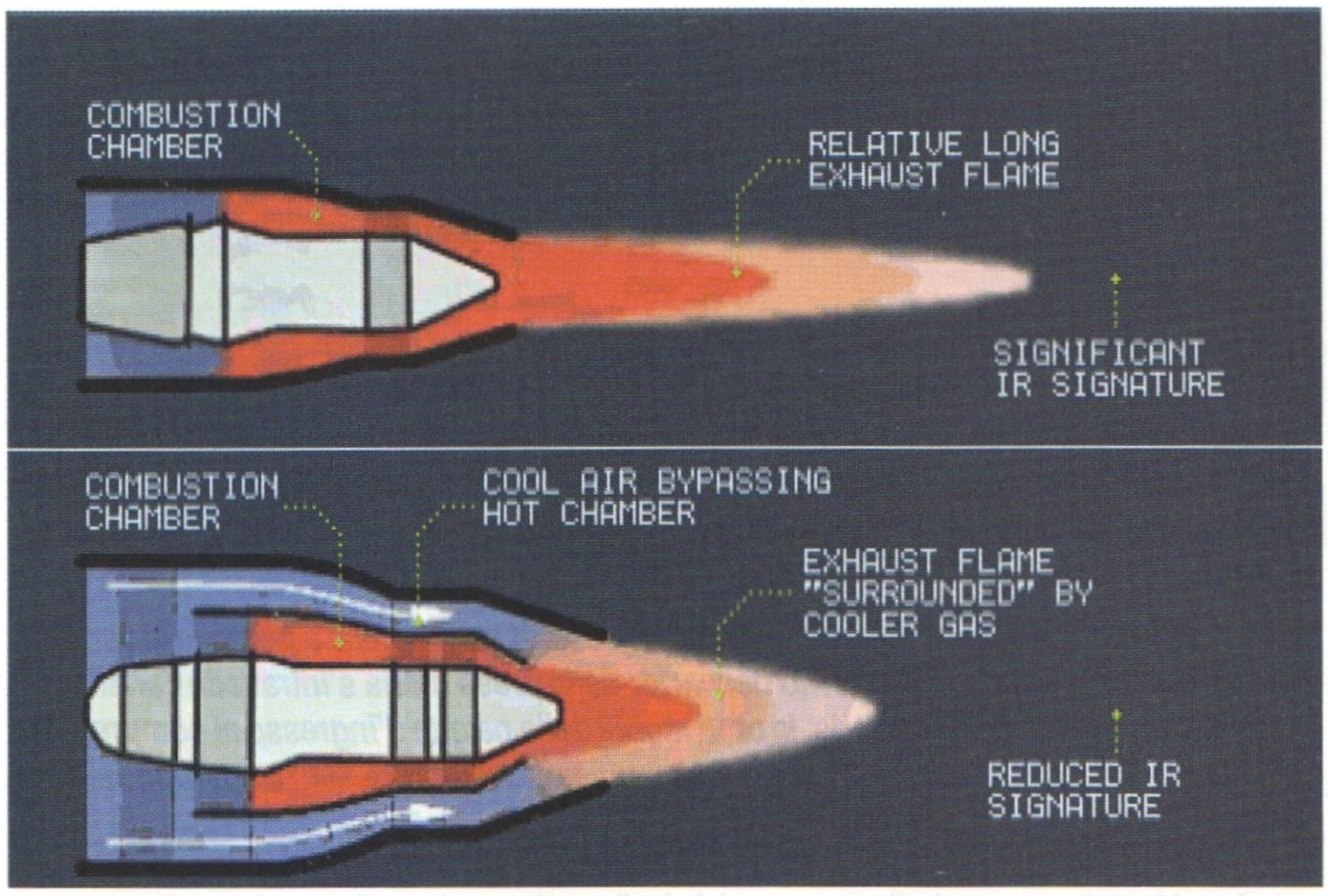
***I 2 ugelli bidimensionali semi-chiusi; evidente l'efficace schermatura delle parti calde dei motori. Tra gli ugelli, in basso, la carenatura "stealth" per retrarre il gancio d'emergenza.***

con il combustibile stesso pur in una camera di combustione molto corta. Il risultato è un ottimo rendimento di combustione con minimo utilizzo di aria in eccesso per il raffreddamento e con emissione di fumo ridotta quasi a zero. Da cui anche ovvi vantaggi di riduzione dell'osservabilità ottica: problema non da poco, negli aerei a getto fino a non molti anni fa.

Passando al gruppo turbine, l'albero di alta pressione, collegato al relativo compressore, è azionato da una turbina monostadio. Essa è dotata di palette monocristalline raffreddate ad aria con varie canalizzazioni interne per circolazione dell'aria (per convezione) che infine si scarica dal bordo d'attacco formando un film che lambisce la paletta interponendosi tra le pareti della stessa e il flusso di gas caldi. L'albero di bassa pressione, coassiale ed interno a quello di alta pressione è, come detto, controrotante rispetto a quest'ultimo, ed è azionato anch'esso da una turbina monostadio.

L'impianto della postcombustione ha una configurazione del tutto diversa da uno tradizionale. Anche qui, l'esigenza di contenere la rilevabilità, in questo caso nello spettro infrarosso, ha portato a integrare gli iniettori di carburante per la postcombustione, normalmente inseriti in anelli e con degli stabilizzatori di fiamma circolari, in una serie di alette radiali che schermano parzialmente la visione diretta delle palette di turbina e sono minutamente forate per il passaggio di aria di raffreddamento.

L'ugello a spinta vettoriale (TVC, Thrust Vectoring Control) è anch'esso realizzato dalla Pratt & Whitney. Esso è bidimensionale (cioè a sezione squadrata) e a geometria variabile con andamento convergente-divergente (2D-CD, two-Dimensional Convergent-Divergent). Gli ugelli bidimensionali sono molto più pesanti rispetto a un equivalente ugello rotondo – alcune stime parlano del doppio – e sono meno facili da raffreddare con la tendenza ad avere "punti caldi" causa la minore uniformità del flusso dei gas di scarico rispetto alla omogeneità propria di un ugello rotondo. Di contro, la loro geometria variabile, almeno a livello di progetto, appare più semplice in termini meccanici, per esempio rispetto alla corona di doppi petali concentrici mobili di un ugello rotondo. Inoltre, sempre meccanicamente, è relativamente semplice realizzare il sistema di pareti mobili per ottenere l'orientamento della spinta. Ciò beninteso se si decide, come




***Gli ugelli bidimensionali riducono le emissioni infrarosse dovute ai gas di scarico poiché provocano un più rapido e intenso rimescolamento di questi con l'aria, relativamente fredda, del flusso secondario che defluisce contornando il flusso dei gas caldi.***

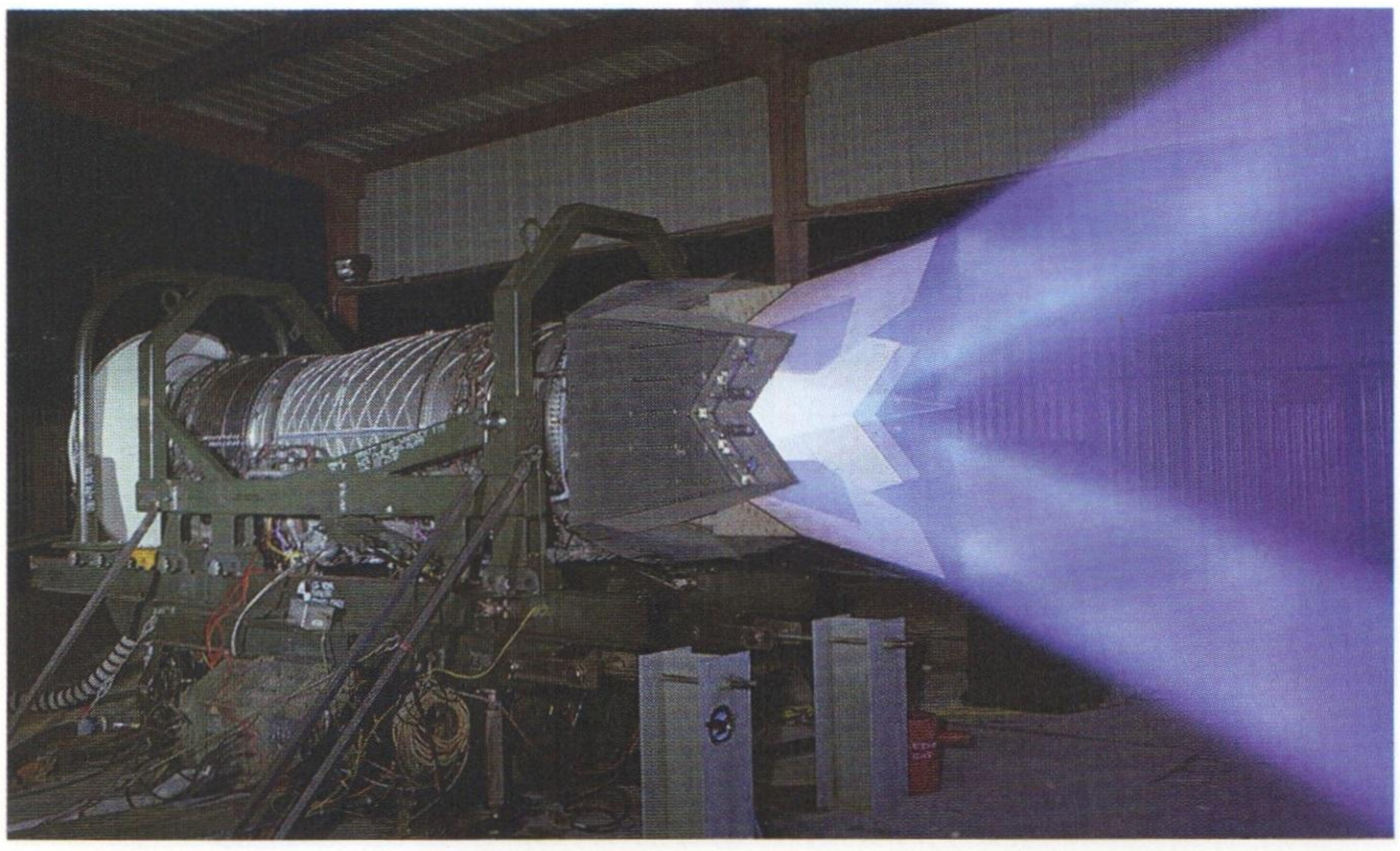
per l'F-22, di accettare la sola rotazione nel piano verticale utilizzando la componente verticale della spinta per il controllo dell'aereo intorno all'asse di beccheggio. D'altronde, il bidimensionale offre ottime qualità di bassa osservabilità nello spettro infrarosso sia per la conformazione che dà al flusso dei gas di scarico in uscita con forte rimescolamento con l'aria ambiente fredda, sia per la ridotta esposizione della parte interna del motore, che genera forti emissioni infrarosse oltre che riflettività radar (delle palette di turbina) nell'emisfero posteriore. E queste sono state, in effetti, le motivazioni che hanno portato alla sua scelta rispetto a un ugello rotondo.

Altro elemento non trascurabile a favore dell'ugello bidimensionale è il migliore avviamento della parte posteriore della fusoliera, da cui minore resistenza di scia (base drag), essendo la parte posteriore della fusoliera un'area aerodinamicamente più difficile da realizzare in una configurazione bimotore con ugelli rotondi, in particolare se vicini.

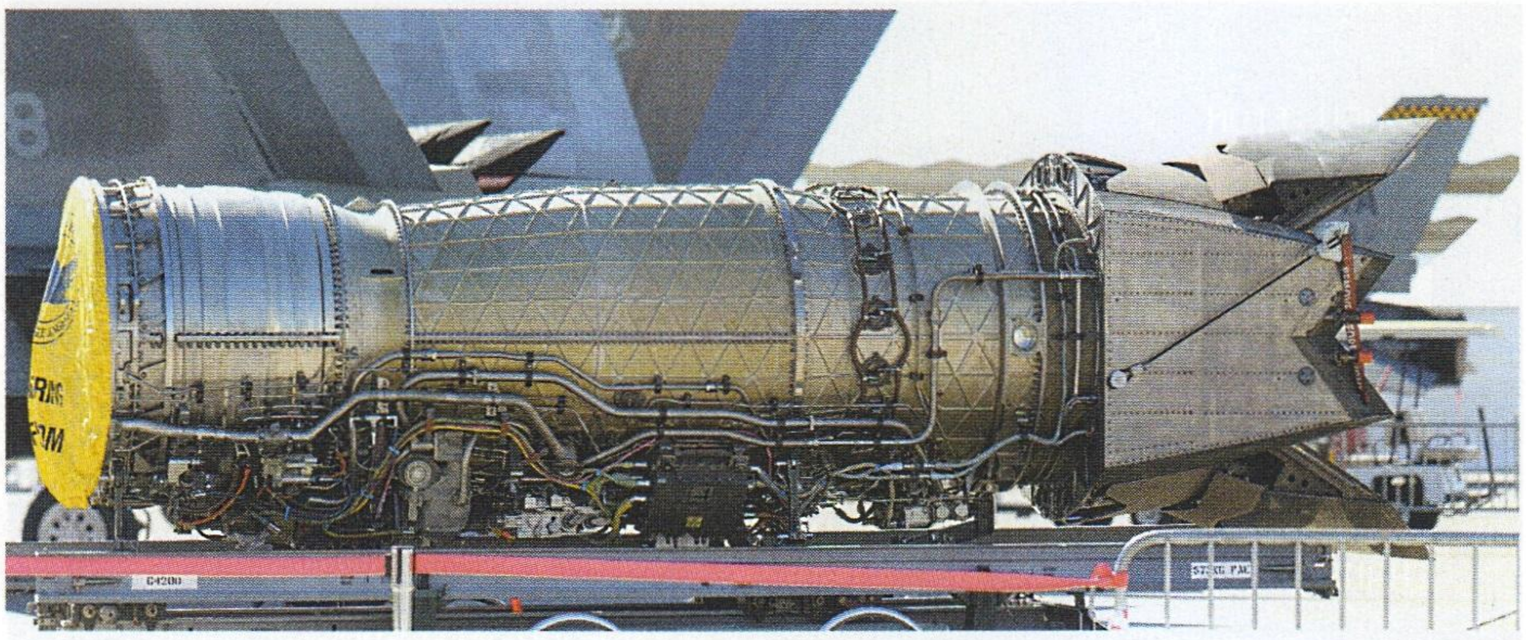
Per quanto riguarda l'azione dell'ugello TVC - che dà un fortissimo contributo al controllo (soprattutto) longitudinale dell'aereo - il suo movimento nel piano verticale si estende tra ± 20° nel tempo di un secondo (velocità angolare media 40°/s). Il suo movimento è comandato in modo coordinato con i comandi di volo aerodinamici e passa attraverso il sistema di controllo elettronico del motore, un duplice FADEC (Full Authority Digital Engine Control) fornito dalla Hamilton Standard (2).

Il gruppo accessori del motore è interamente montato nella parte inferiore – standard per i

***Prova al banco dell'F119. Si tratta della sovrapposizione di 2 foto riprese alle 2 escursioni massime opposte, ± 20°, dell'ugello mobile nel piano verticale. Teoricamente la componente verticale della spinta di ciascun motore ammonterebbe a circa il 34% di quella orizzontale, ovvero con massima postcombustione e in atmosfera standard (livello mare e 15° C), poco meno di 6.000 kg per ciascun motore: chiara la fortissima autorità di controllo che da ciò deriva.***



(2) E' interessante citare l'esperienza (1988-1991) del programma sperimentale F-15 S/MTD (STOL/Maneuver Technology Demonstrator), che includeva spinta vettorabile con ugello bidimensionale e inversione di spinta (anche in volo). Esso servì molto per valutare, oltre le prestazioni, l'impatto in termini di peso e le difficoltà di raffreddamento, in particolare dell'inversore bidimensionale. Fu in base a detta esperienza che si decise così per l'ATF di rinunciare almeno all'inversione di spinta, con con l'eliminazione del requisito originario di poter operare da piste di 2.000 piedi (610 m) accettando invece di richiederne 3.000 (915 m).



***Un motore Pratt & Whitney F119-PW-100 con ugello bidimensionale a geometria variabile in posizione tutta aperta. All'esterno del carter della presa d'aria s'intravede l'anello che comanda, attraverso delle biellette, le parti mobili delle palette d'ingresso al compressore (Inlet Guide Vanes). Gli accessori sono distribuiti sotto il motore senza sovrapposizione per facilità d'accesso ai singoli elementi.***

motori occidentali – per un facile accesso dal basso e i vari elementi non sono sovrapposti tra loro, per evitare lo smontaggio di altri componenti per accedervi. L'azionamento avviene in modo classico tramite un albero radiale che prende il moto, tramite una coppia di ingranaggi, dall'albero di alta pressione. Invece, il gruppo accessori dell'aereo è parte del gruppo AMAD (Airframe-Mounted Accessory Drive) azionato da un albero di presa di forza che fuoriesce dalla parte anteriore del gruppo accessori del motore. Sulla scatola di ciascun AMAD sono montati uno dei 2 generatori elettrici e 2 delle 4 pompe idrauliche. Sull'AMAD è installato anche il sistema d'avviamento pneumatico costituito da una ATSS (Air Turbine Starter System).
Come detto, il controllo del motore, incluso l'ugello mobile a sua volta collegato al sistema dei controlli di volo dell'aereo, avviene con un sistema FADEC che svolge anche funzioni di monitoraggio e diagnostica sullo stato del motore per segnalare la necessità di interventi manutentivi in accordo con la filosofia OCM (On-Condition Maintenance).
Le dimensioni e il peso dell'F119 non sono stati ufficialmente dichiarati, ma dovrebbero essere vicini a quelli dell'F100 nelle ultime versioni (F100-PW-229 e -232). Comunque, considerando anche la maggiore lunghezza e il maggior peso dell'ugello bidimensionale rispetto a quello normale, si possono stimare circa 5,2 m di lunghezza contro i 4,85 m dell'F100-PW-229 che equipaggia i più recenti F-15 e F-16. Il diametro non dovrebbe superare 1,2 m (1,18 quello dell'F100). Per il peso, l'F100-PW-229 è appena sopra i 1.700 kg; per l'F119 si possono stimare allora 1.900-2.000 kg anche per la presenza del suo particolare ugello. Alla fine, l'importante parametro del rapporto spinta/peso, nel funzionamento con piena postcombustione, motore non installato, si può stimare su valori di 8,6-9 (valore per l'F100-PW-229, circa 7,3, per il PW-232, circa 8,1).
La spinta è dichiarata come "35.000 lb-class", pari a 15.876 kg (155,69 kN) con postcombustione da cui si può stimare una spinta a secco nell'ordine di 23.600 libbre pari a 10.700 kg (104,98 kN). Varie fonti parlano però di una spinta effettiva maggiore, nell'ordine di 37.800 libbre e 25.400 libbre pari a 17.150 kg (168,14 kN) e 11.520 kg (112,98 kN) con/senza postcombustione. Se teniamo conto della spinta, certamente maggiore, del motore F135 (F-35A), dotato di maggiore diluizione ma della stessa famiglia, pari a 43.000/28.000 libbre (19.500/12.700 kg – 191,27/124,55 kN) con/senza postcombustione, i più elevati valori di spinta citati sopra appaiono congrui.
Per quanto riguarda i consumi specifici, a motore non installato, ci sentiamo di fare una stima di massima dando i seguenti valori: modo di funzionamento con massima postcombustione circa 1,65 kg/kg spinta-ora e senza (modo "dry", ovvero a secco) circa 0,75. Forse più importante però è il consumo orario medio rilevato dall'ACC (Air Combat Command) sui suoi F-22: 2.094 galloni, pari a 7.926 l/hr, ovvero circa 6.420 kg/hr. Non viene però precisato il profilo di missione tipico cui ci si riferisce. E' comunque presumibile che si tratti di missioni addestrative con un'elevata frazione di combattimenti simulati e quindi con utilizzo dei propulsori, ovvero consumi, tutt'altro che modesto.
La capacità dei serbatoi interni dell'aereo è dichiarata in 8.200 kg (circa 10.120 l) distribuiti in 8 serbatoi disposti nei tronchi anteriore e centrale della fusoliera, nelle semiali e nelle carenature laterali. E' prevista la possibilità di incrementare la capacità interna con ulteriori serbatoi, utilizzando anche i cassoni strutturali delle derive. Il carburante esterno viene trasportato in serbatoi subalari da 2.271 l (1.840 kg) ciascuno (non è chiaro però se sia previsto di portare i serbatoi su tutti i 4 piloni subalari di cui l'aereo può essere dotato).
L'aereo è equipaggiato anche con un impianto per l'inertizzazione dei serbatoi carburante con gas inerte (OBIGGS: On-Board Inert Gas Generation System).
Naturalmente l'F-22 è dotato del sistema di rifornimento in volo standard dell'USAF, cioè a sonda rigida con il relativo ricettacolo sul dorso della fusoliera dell'aereo ricevente, in questo caso posto in posizione piuttosto arretrata.
È interessante fare una stima di (larga) massima della durata di missione possibile, in configurazione pulita, con il solo carburante interno. Considerato di riservare circa il 20% del carburante per rullaggio e decollo (circa 20 minuti), più una riserva al rientro, resterebbero circa 6.500-6.600 kg per la missione vera e propria (salita, crociera in quota – supersonica – eventuale combattimento o addestramento allo stesso in una data area, crociera di rientro e atterraggio – convenzionalmente non si considera la discesa ai fini del consumo).

***Due F-22 in volo sull'Alaska. Visibile lo spigolo (chine) di raccordo tra dorso e fianco della fusoliera anteriore e la piccola aletta sopra la presa d'aria di raccordo con l'ala: entrambe generano vortici che incrementano la portanza ad alti angoli (vortex lift).***

In pratica, se ne dedurrebbe una missione di non più di un'ora anche se, come detto, il consumo citato dallo ACC si riferisce, probabilmente, a missioni da vero "caccia" con il segmento per le crociere di andata e ritorno dalla zona d'addestramento, con consumo minore, ridotte. Tuttavia, va rilevato che la capacità di crociera supersonica senza utilizzo della postcombustione dovrebbe consentire una buona autonomia chilometrica per l'alta velocità di crociera, appunto supersonica, ma con i motori in regime "dry". Un interessante confronto relativo ai dati di consumo dell'F-22 può essere dedotto dal fatto che, durante una serie di prove di volo dello stesso, si constatò che l'F-15D, che lo seguiva come "chase", era costretto a utilizzare i motori con la postcombustione inserita per seguirlo durante le salite che il RAPTOR effettuava senza la postcombustione. In pratica è risultato che, in determinate missioni, l'F-15 consumava più dell'F-22.

La produzione totale del Pratt & Whitney F119-PW-100, completata a gennaio 2013, è stata di 507 unità, ovviamente compresi i motori di ricambio; il prezzo unitario finale si aggirava sui 10 milioni di dollari. Sono stati quindi ordinati circa il 30% in più di motori rispetto a quelli installati nella flotta di F-22, una percentuale anomala rispetto allo standard, in genere non superiore al 10-15%. L'importanza della (purtroppo modesta) flotta di F-22 e la sua prematura uscita di produzione hanno evidentemente preoccupato l'USAF spingendola ad accumulare grandi quantità di ricambi per assicurarne l'operatività per lungo tempo e anche in condizioni di emergenza che renderebbero difficile un eventuale rilancio tempestivo della produzione anche dei soli ricambi. Quanto all'esperienza di funzionamento fin qui maturata dal motore, esso dovrebbe ormai avvicinarsi alle 600.000 ore, durante le quali l'F119 risulta avere dimostrato un'ottima affidabilità.

## Sopravvivenza per progetto

Due sono state le principali scelte concettuali di progetto al fine di aumentare la capacità di sopravvivenza dell'F-22 a fronte delle minacce sia dall'aria – caccia da difesa aerea – che dai sistemi contraerei a lunga portata – scontato il loro incontro durante la penetrazione al di sopra del territorio nemico. Ci riferiamo all'alta velocità in crociera – supersonica – e alla ridotta osservabilità nei vari spettri. In effetti, i 2 elementi concorrono insieme a ridurre i tempi di reazione dei sistemi nemici. In particolare, diventa minore la distanza di scoperta, e quindi si restringe l'inviluppo spaziale e temporale in cui un aereo molto veloce, per giunta "stealth", può essere positivamente scoperto e quindi ingaggiato. E va ricordato l'ulteriore complemento, nel ridurre l'inviluppo d'ingaggio delle armi nemiche, che all'alta velocità viene da un'elevata quota di volo.

La bassa osservabilità - nei vari spettri elettromagnetico, infrarosso, visivo e acustico - è

*In manovra gli scarichi risultano abbastanza schermati, in particolare lateralmente.*

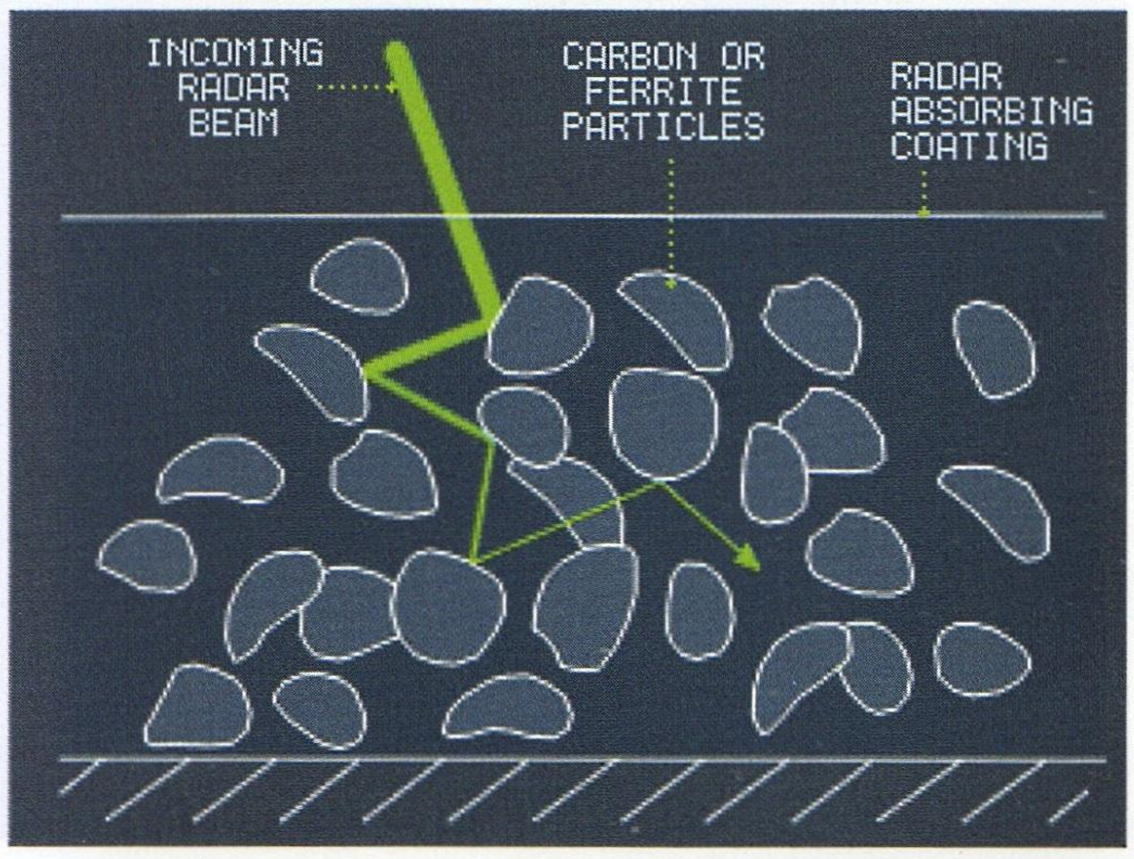
stata ricercata nel progetto dell'F-22 da tutte le direzioni, differentemente dal caso di altri aerei, come ad esempio l'F-35, ottimizzato soprattutto per una bassa osservabilità nell'emisfero frontale. In effetti, l'F-22 al momento è l'unico aereo tattico, caccia o cacciabombardiere che dir si voglia (a parte l'ormai ritirato F-117) – escludendo quindi il bombardiere strategico B-2 – la cui configurazione, elemento fondamentale per la riduzione della rilevabilità ai radar, è stata progettata per ridurre la riflettività verso ogni direzione ("all aspect stealth"), soprattutto "da dietro".

Passiamo adesso all'altra importante rilevabilità, quella nello spettro infrarosso. Avere ricercato la prestazione di crociera supersonica nella fase di penetrazione all'interno del territorio nemico, o comunque in aree potenzialmente ostili, ma senza l'utilizzo della postcombustione, porta a una sensibile riduzione delle emissioni infrarosse sia del flusso dei gas di scarico che delle parti calde del motore e anche della parte posteriore della fusoliera. Ciò malgrado esse siano comunque più elevate in un motore quasi a getto puro, quale l'F119, con ciclo prevalentemente ottimizzato per il regime supersonico, piuttosto che in un motore con un relativamente alto rapporto di diluizione. Va comunque detto che, nel funzionamento senza postcombustione, gli ugelli di scarico e la zona posteriore della fusoliera con la sua grande superficie emettono più del flusso dei gas di scarico.

In definitiva, ai vantaggi di consumo in utilizzo supersonico del motore con funzionamento a secco, si aggiunge una generale minore rilevabilità/osservabilità, in questo caso nello spettro infrarosso.

Sempre parlando del lavoro fatto per ridurre le emissioni infrarosse si è lavorato sia sulla parte interna del motore, come il particolare impianto degli iniettori per la postcombustione poc'anzi descritti, sia sul rivestimento interno di tutta la zona dell'ugello con materiali capaci di ridurre le emissioni infrarosse. Sono stati introdotti elaborati accorgimenti sia per il raffreddamento delle varie parti dell'ugello che per favorire un rapido rimescolamento dei gas di scarico con aria fredda. In questo, come già detto, la scelta dell'ugello bidimensionale è stata fondamentale per contribuire alla schermatura ottica/infrarossa della zona turbina nell'emisfero posteriore. Non trascurabile a questo stesso fine la parziale schermatura alla vista nel piano orizzontale, soprattutto laterale, degli ugelli e del flusso dei gas caldi in uscita, dovuto alla posizione arretrata dei piani orizzontali e delle carenature latero-posteriori cui sono collegati rispetto alla posizione degli ugelli.

Altro elemento non trascurabile, in termini di emissioni infrarosse, è il riscaldamento cinetico delle superfici esterne, e soprattutto frontali,



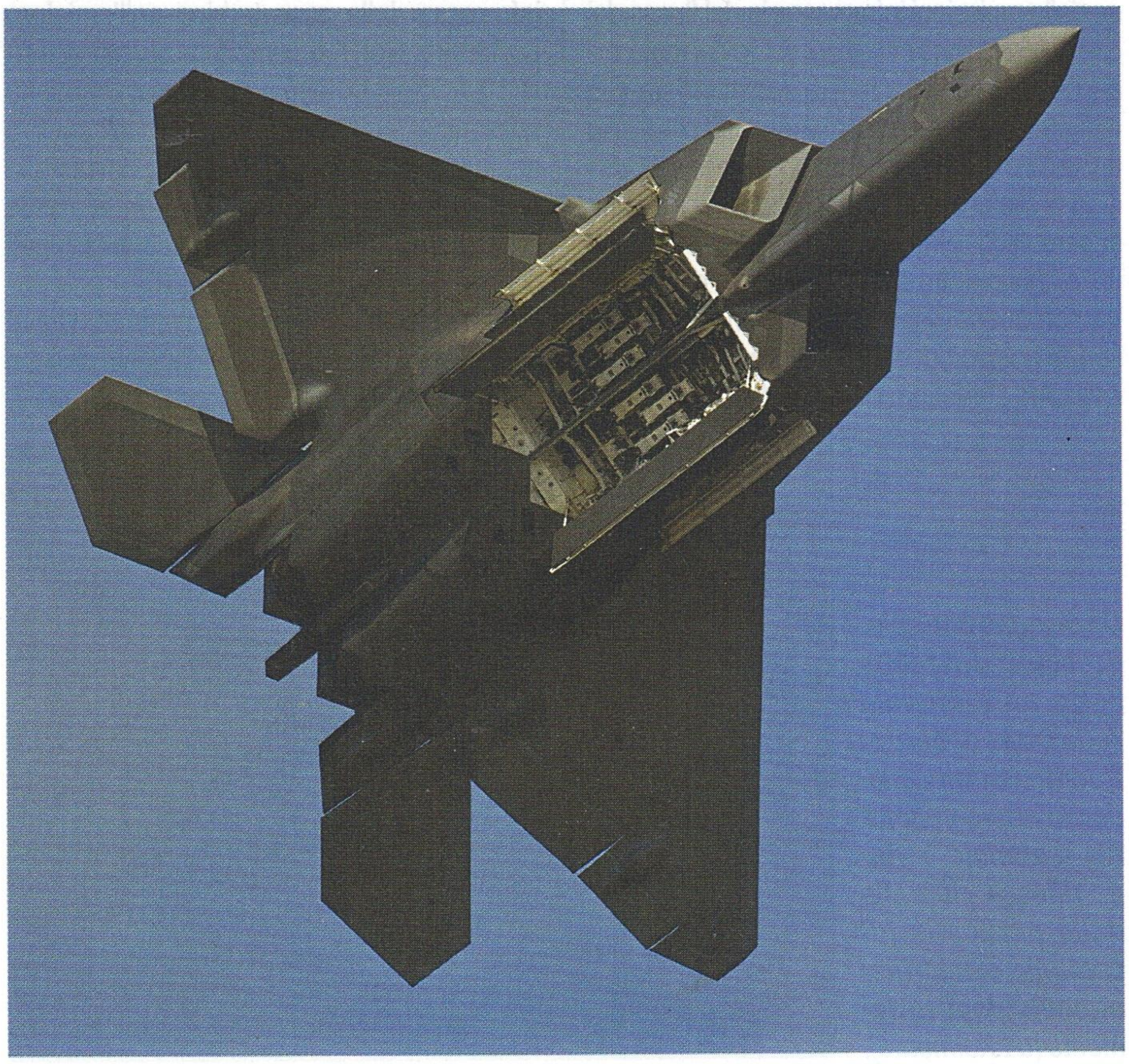

***Un disegno che spiega come dovrebbe agire un materiale radar assorbente. L'onda elettromagnetica in arrivo penetra nel materiale e viene riflessa più volte dalle particelle (di carbonio o di ferrite) attenuandosi fortemente (o totalmente).***

***Manutentori lavorano su una pompa idraulica dell'F-22. La ricerca della "stealthness" spinta ha generato una notevole complessità manutentiva.***

dell'aereo, con particolare attenzione al bordo d'attacco delle semiali. Infatti, mentre in regime subsonico e ad alta quota la loro temperatura è di un 10% superiore a quella ambiente, in crociera supersonica (Mach 1,5-1,6), l'incremento è quasi del 50%. Ovvio, quindi, l'elevato contrasto termico con l'ambiente esterno. E per ovviare a ciò è possibile che si utilizzi il carburante, facendolo circolare nel bordo d'attacco delle semiali per raffreddarle.

Anche il rivestimento "stealth" per ridurre la riflessione delle onde elettromagnetiche potrebbe aumentare la rilevabilità di un aereo a causa di un maggiore riscaldamento delle sue superfici esterne, per questioni legate non solo alla componente cinetica, ma anche all'assorbimento dell'energia elettromagnetica derivante dall'illuminazione radar nemica che si attenua ma generando allo stesso tempo assorbimento di calore e aumento di emissioni infrarosse. Tuttavia, va sottolineato che il materiale con cui è rivestito l'F-22 risulta progettato tenendo conto di ciò ed avendo dunque la capacità di assorbire in parte il calore.

***Tutte le superfici mobili hanno le estremità arrotondate per evitare le maggiori riflessioni radar di quelle squadrate. Notare piani di profondità verso la fusoliera e flap verso alettoni. Nella stiva principale si notano i 6 trapezi di trasporto e lancio degli AIM-120.***



Passando ai particolari costruttivi legati alla riduzione della riflettività radar, un'interessante peculiarità è presente nelle superfici mobili di controllo aerodinamico, dove le stesse si affacciano alla corrispondente parte fissa. Anziché avere degli angoli retti, come da tradizione e per semplicità costruttiva, le 2 superfici, superiore e inferiore, curvano dolcemente all'interno incontrandosi - tranne, per esempio, nel caso dei piani orizzontali tutti mobili - nella zona della cerniera con un unico perno. La ragione è evitare che, quando le superfici si muovono o non sono allineate tra loro, vengano esposte, sia pure in un ridotto transitorio temporale, ad angolo retto e spigolo vivo, cosa che rappresenta un "momento" di forte riflessione radar.

La ricerca di caratteristiche "stealth" spinte ha però un risvolto negativo. Tra i problemi non lievi, e che ormai non possono essere considerati propri della dentizione, c'è quello della manutenibilità, peraltro proprio a tutti gli aerei "invisibili " fin qui costruiti: F-117, B-2, F-22 e F-35. Il rivestimento esterno in composito, per esempio, ha dato luogo a forti problemi di corrosione, in particolare nei punti di giunzione con le parti metalliche. I pannelli d'accesso richiedono attenzione nell'apertura o rimozione all'atto del loro riposizionamento per evitare discontinuità che possono innescare riflessioni delle onde radar. Indirettamente, per quanto possa apparire banale, la scelta di ridurre al minimo le aperture di drenaggio, necessarie nel caso di infiltrazioni d'acqua (per esempio nella zona della cabina), sempre per ridurre possibili riflessioni radar, ha portato a significativi interventi per riparazione o sostituzione di parti, danneggiate dall'inadeguato drenaggio dopo forti precipitazioni con gli aerei lasciati all'aperto. Ciò ha provocato la riduzione della disponibilità operativa della flotta, da sempre la più bassa (o tra le più basse) degli aerei da combattimento in servizio con l'USAF.

Sempre riferendosi agli interventi per preservare le caratteristiche "stealth", alcune stime valutano che i relativi interventi pesano per il 50-60% del tempo necessario, in ore-uomo, alla manutenzione e riparazione dell'aereo. Di recente si sono verificati, per esempio, con una certa diffusione, casi di scollamento del rivestimento "stealth" della fusoliera in zone da dove potrebbero essere ingerite nelle prese d'aria dei motori. Inutile evidenziarne le possibili conseguenze. Basta sottolineare come ciò abbia determinato un programma di sostituzione del rivestimento, con altro materiale RAM di nuovo tipo, molto oneroso sia per la messa a terra dell'aereo sia per il costo.

## Avionica

Il sistema avionico integrato dell'F-22 è uno degli elementi chiave per dare all'aereo la superiorità in ogni circostanza, un vantaggio da

mantenere anche in futuro attraverso continui aggiornamenti. L'importanza, anche economica, dell'avionica dell'F-22 può essere valutata da una stima, fatta già agli inizi dello sviluppo dell'ATF, che quotava il valore di questi sistemi a oltre il 40% del prezzo unitario dell'aereo. Da considerare inoltre che proprio l'avionica "da combattimento" è quella che probabilmente più di ogni altra cosa ha assorbito la maggior parte degli ulteriori investimenti, che tuttora continuano (e continueranno), per il miglioramento delle capacità operative dell'F-22. L'integrazione complessiva del sistema è stata curata dalla Boeing, responsabile anche del sistema d'addestramento, che ha utilizzato un Boeing 757 come laboratorio volante per la messa a punto. Durante la progettazione del sistema avionico, l'obiettivo principale è stato quello di fornire al pilota il controllo più ampio possibile della situazione tattica (situation awareness). A questo fine, il RAPTOR è stato il primo aereo da combattimento a incorporare un sistema avionico integrato. In sintesi, nelle precedenti generazioni di aerei da combattimento i vari sensori operavano in massima parte in modo indipendente, lasciando quindi al pilota la funzione di "integratore dei sistemi" sensoriali, sintetizzando dati e informazioni attraverso la strumentazione e con i relativi sistemi di supporto: naturalmente, un carico di lavoro spropositato. Il concetto operativo dell'F-22 prevede invece che la sintesi delle informazioni venga effettuata prima della presentazione sintetica e univoca della situazione tattica complessiva. E' così possibile per il pilota concentrarsi sulla gestione della missione, piuttosto che sulla gestione dei singoli sensori. L'F-22 rappresenta pertanto il primo aereo da combattimento tattico progettato per operare in quello che si potrebbe definire un "campo di battaglia informatico". Il RAPTOR sarebbe cioè capace di sfruttare al meglio le informazioni sulla situazione tattica e sul nemico provenienti sia dai propri sensori di bordo che da altre fonti esterne, negando a sua volta al nemico la possibilità di essere individuato o contrastato nella guerra elettronica, e informatica in generale. I sottosistemi principali che contribuiscono a comporre il complesso avionico integrato sono: il radar, il sottosistema per le comunicazioni, la navigazione, l'identificazione e gli equipaggiamenti per la guerra elettronica.

## Radar

Il sensore principale dell'F-22 è il radar Northrop Grumman AN/APG-77, sviluppato dalla ESSD (Electronic Sensors and Systems Division) in collaborazione con la Raytheon, dotato di antenna attiva a scansione elettronica (AESA: Active-aperture Electronically Scanned Array) di forma ellittica e composta da 2.000 trasmettitori/ricevitori. Tale antenna consente di variare direzione, potenza e forma di uno o più fasci radar indipendenti. L'antenna AESA ha un angolo di scansione di 120° coperti quasi istantaneamente contro, per esempio, i circa 14 secondi necessari all'antenna tradizionale, a scansione meccanica, del radar AN/APG-70 dell'F-15C. Essa ha la capacità di esplorare in parallelo varie zone dello spazio, pur continuando a inseguire i bersagli eventualmente già acquisiti. Il radar ha capacità d'inseguimento multiplo dei bersagli, ed è capace di variare la forma degli impulsi e la loro frequenza di ripetizione, nonché di garantire un'elevata agilità di frequenza: tutte funzioni volte a ridurre le probabilità di essere individuato (Low Probability of Intercept) da sistemi come l'RWR (Radar Warning Receiver) o le ESM (Electronic Support Measures) dei nemici. Tra le importanti capacità di questo radar vi è la possibilità di svolgere funzioni di attacco elettronico nei confronti dei sensori nemici, "bombardandoli" con intensi impulsi direzionali.

Altra utile funzione presente nell'APG-77 è l'NCTR (Non-Cooperative Target Recognition), che consente di presentare al pilota l'immagine in alta risoluzione, elaborata tramite la funzione ISAR (Inverse Synthetic Aperture Radar), di un potenziale bersaglio per il suo riconoscimento attraverso la banca dati di bordo.

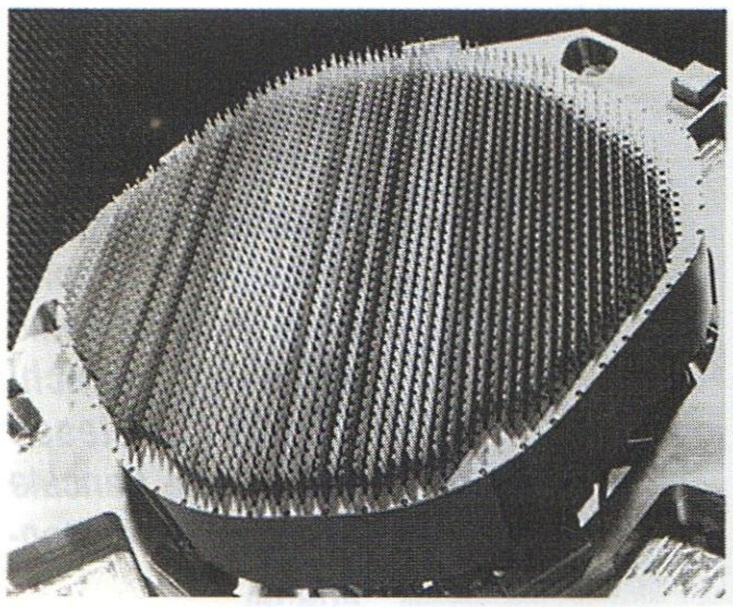
Nel progetto iniziale era stato richiesto per il radar di avere una più ampia scansione in azimut, fino a circa 240° complessivi, installando, in aggiunta all'antenna principale nel muso, 2 ulteriori antenne laterali, sempre di tipo AESA. Motivi di peso e costo portarono però a cancellare questo requisito. E' rimasta comunque la predisposizione per un eventuale futuro inserimento di questi elementi per ampliare le capacità di ricerca e inseguimento bersagli. Da notare che il Sukhoi Su-57 dovrebbe essere dotato di antenne radar anche laterali e posteriori per coprire i 360°.

Un altro sensore, inizialmente previsto, ma poi eliminato per gli stessi motivi, è stato il sistema di ricerca e inseguimento a raggi infrarossi, l'IRST (InfraRed Search and Track), che potrebbe tuttavia essere adottato in futuro. Per questa ragione a livello di progettazione sono stati previsti spazio, potenza elettrica, capacità di raffreddamento e capacità di calcolo per consentire in futuro l'installazione del sistema e l'integrazione delle sue informazioni nella presentazione sintetica al pilota. Non avere perseguito sin dall'inizio l'integrazione dell'IRST resta comunque una limitazione tutt'altro che lieve. Ricordiamo, infatti, che si tratta di un sistema passivo, che quindi non emette, e perciò stesso in linea con il progetto dell'F-22 fondato sulla minima osservabilità in tutti i vari spettri.

A partire dai velivoli di produzione del Lotto 5, è stata introdotta una nuova versione del radar, la AN/APG-77(V)1 con moduli dotati di arseniuro di gallio GaAs (Gallium Arsenide) che pare consenta, focalizzando fasci radar stretti, capacità di scoperta dell'ordine dei 400 km, rispetto agli stimati 200-240 km del precedente modello. In entrambi i casi, rispetto

***Un mock-up dell'antenna AESA (Active Electronically Scanned Array) del radar AN/APG-77 realizzato da Northrop Grumman insieme a Raytheon.***

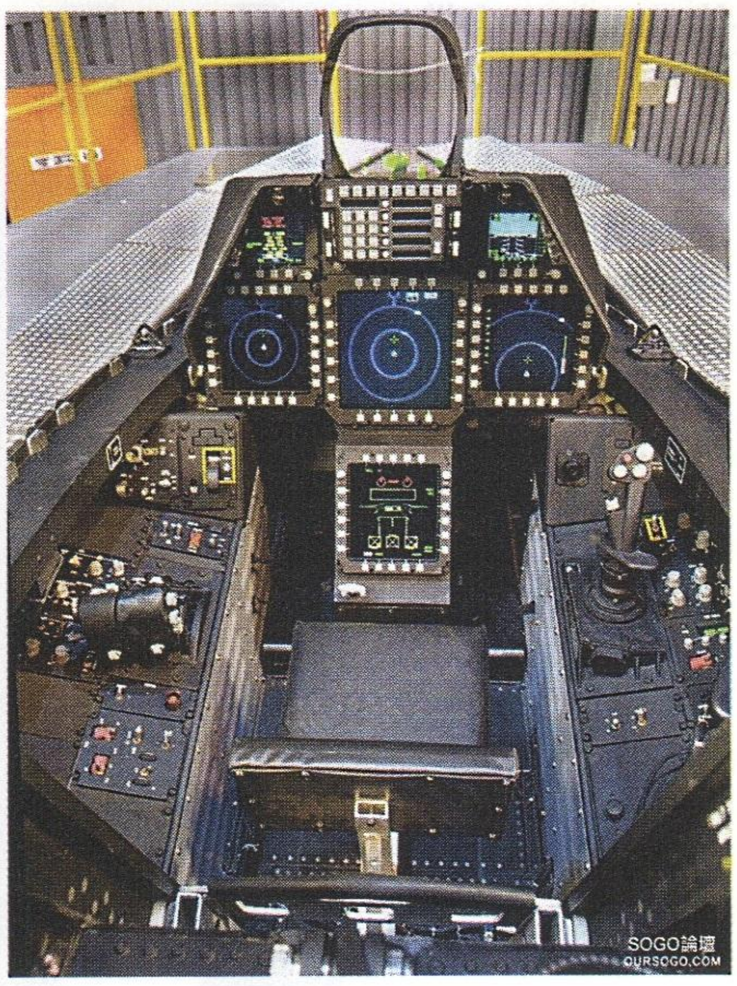
***Antenna AESA dell'AN/APG-77(V)1. I numerosissimi trasmettitori/ricevitori danno, tra l'altro, ridondanza, flessibilità e capacità "multimodo" in parallelo. Il tutto con la rapidità propria alla scansione elettronica piuttosto che meccanica.***



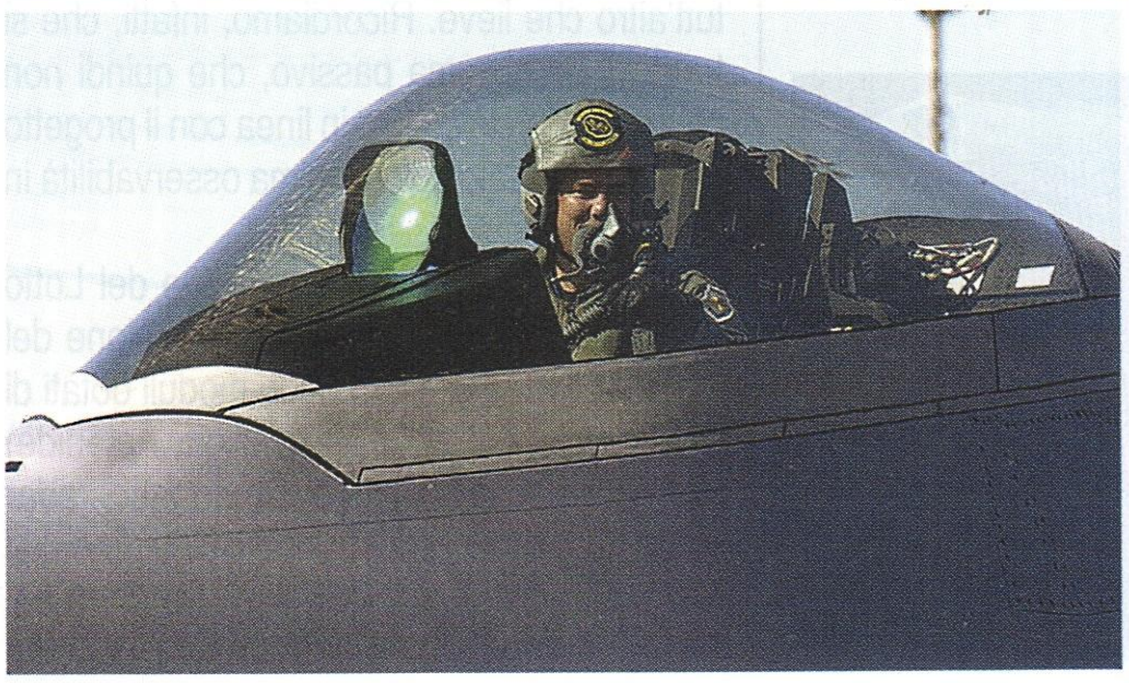
a un bersaglio di riferimento con sezione radar equivalente di 1 m². Si sono anche introdotti dei "modi" aria-suolo, ciò che ha dato, tra l'altro, la capacità di utilizzare armamento di caduta costituito da bombe JDAM a guida GPS. E' stato successivamente inserito il modo di funzionamento SAR (Synthetic Aperture Radar), con capacità d'acquisire e inseguire bersagli in movimento, ovvero GMTI/GMTT (Ground Moving Target Indication/Ground Moving Target Tracking), e la possibilità di riprogrammare in volo le bombe JDAM per attaccare bersagli diversi da quelli inizialmente programmati.
Le informazioni provenienti sia dal radar che dagli altri sensori sono poi "sintetizzate" in un'unica presentazione grazie all'elaborazione dei dati da parte dei 2 CIP (Common Integrated Processor) della Raytheon con collegamento via fibre ottiche.
Essi costituiscono il cuore del sistema avionico integrato dell'F-22. La loro capacità di calcolo è utilizzata solo in parte, conservando un 30% di capacità per future esigenze di crescita. I CIP sono formati da LRM (Line-Replaceable Module) facilmente sostituibili in caso di guasto. Da notare come l'avionica incorpori un sistema di raffreddamento a liquido dei suoi vari elementi per aumentare l'intervallo tra i guasti, essendo il surriscaldamento una criticità propria dei componenti avionici. Il sistema di raffreddamento è alimentato dall'impianto di condizionamento.

**Impianti di comunicazione**

Il sistema CNI (Communications/Navigation/Identification) AN/ASQ-220 è stato realizzato dalla TRW. Esso, in particolare, include il JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System) e l'IFDL (Intra-Flight Data Link). Quest'ultimo, grazie alle trasmissioni su un fascio di ridotta apertura, consente l'interscambio "stealth" di dati sui bersagli ma anche sullo stato dei sistemi di bordo.
Questo permette una completa sinergia tra i componenti di una stessa unità, ma offre anche la possibilità di condurre attacchi coordinati con altre formazioni di F-22 considerando che ciascun pilota della stessa formazione può "vedere" ciò che vedono gli altri componenti della formazione. Tuttavia, l'IFDL può garantire lo scambio non rilevabile solo tra F-22. Il data-link 16 standard, necessario per effettuare lo scambio dati con altri aerei diversi dall'F-22, non è utilizzato a causa del rischio di un rilevamento nemico. Sostanzialmente, lo scambio delle informazioni con tipi di aerei diversi dall'F-22, al momento, può avvenire solo via tradizionali trasmissioni radio. Va da sé che il problema, molto sentito, dovrà essere risolto senza compromettere la bassa osservabilità nelle trasmissioni provenienti dagli aerei "stealth". L'USAF sta lavorando da tempo a questo con piattaforme di relay e pod specialistici. Le antenne necessarie ai diversi sistemi sono installate internamente a vari elementi della cellula: bordo d'attacco ed estremità di ali e piani verticali o fasciame della fusoliera. Per quanto riguarda la navigazione, i dati dell'INS (Inertial Reference System) sono forniti da 2 piattaforme giroscopiche laser Litton LN-100F, che operano insieme al sistema GPS (Global Positioning System). Le piattaforme danno le necessarie informazioni di assetto dell'aereo anche ad angoli d'incidenza superiori ai 30°, oltre i quali il sistema della Rosemount, che fornisce le informazioni di assetto dell'aereo in base ai dati aerodinamici (Air Data System) e che risponde ai requisiti di bassa rilevabilità radar, non è più affidabile. E' presente anche l'MLS (Microwave Landing System).




***Cruscotto dell'F-22. Sei schermi a cristalli liquidi di varie dimensioni e funzioni. L'HUD e lo schermo centrale grande sono gli strumenti primari. Quello piccolo in alto a destra (in alternativa i dati possono essere presentati in quello di sinistra) è lo strumento primario d'emergenza.***



***Il tettuccio privo di archetto offre completa visibilità come nell'F-16, i fianchi sono sullo stesso piano delle fiancate senza alcuna discontinuità.***

**Sistemi di difesa elettronici**

La difesa elettronica è assicurata dal sistema d'allarme radar (RWR, Radar Warning Receiver) BAE Systems AN/ALR-94 e da quello d'allarme lancio missili (MLD, Missile Launch Detector) Lockheed Martin AN/AAR-56, basato sul rilevamento negli spettri infrarosso e ultravioletto. A questi si aggiungono, come già osservato, le funzioni di guerra elettronica di cui è in grado il radar, grazie alle capacità dategli anche dall'antenna AESA. Per l'elaborazione delle informazioni, tali sistemi si appoggiano anch'essi ai 2 calcolatori (CIP).
L'RWR è un rilevatore passivo dell'illuminazione da parte dei radar nemici che si basa su oltre 30 antenne distribuite su tutto l'aereo. Tale installazione permette di avere così una copertura completa (pare che la sua capacità di rilevamento possa estendersi fino a oltre 400 km). L'RWR può anche essere usato come sensore passivo per il rilevamento di bersagli attraverso le loro emissioni ed è in grado, da queste informazioni, di elaborare sufficienti dati per stabilire la loro posizione.
L'MLD è dotato di 6 sensori distribuiti in modo da dare una copertura sferica totale nello spettro infrarosso. In base al tipo di minaccia rilevata, il sistema allerta il pilota sulla più efficace contromisura da impiegare, come il lancio di artifizi anti-infrarossi o anti-radar, flares e chaff, dal sistema AN/ALE-52.
Tutti i sistemi di difesa elettronica presenti sull'F-22 sono inoltre in grado di assicurare un certo livello di protezione anche ad altri aerei presenti nella formazione di cui fa parte.

**Cabina e strumentazione**

Il pilota dell'F-22 siede sul seggiolino eiettabile, di tipo 0-0, della United Technologies Aerospace Systems (UTAS) ACES II (Advanced Concept Ejection Seat) che, in origine, era della McDonnell Douglas. All'inizio del Programma ATF era stato previsto lo sviluppo di un seggiolino del tutto nuovo ma, sempre per le solite ragioni di costo, si è poi andati su un modello standard già installato su diversi aerei dell'USAF.
Il pilota dispone di un completo sistema di sopravvivenza che include: la tuta denominata ATAGS (Advanced Technology Anti-G Suit), per proteggere il pilota dal freddo in caso di immersione in acqua, così come anche da minacce chimiche e biologiche; il generatore d'ossigeno OBOGS (On-Board Oxygen Generation Systems); un sistema di controllo della respirazione e anti-g BRAG (Breathing Regulator/Anti-G).
Questo complesso sistema di sopravvivenza è stato però una fonte di problemi non lievi, culminati con un incidente mortale causato dalla mancata (o carente) alimentazione di ossigeno al pilota. Il primo sospettato, l'OBOGS, è stato successivamente (in parte) riabilitato quando si è scoperto che un po' tutti gli elementi del sistema avevano contribuito al problema che, tra l'altro, si è ripetuto con frequenza. A un certo punto, si è arrivati a

mettere a terra l'intera flotta degli F-22 tra il 3 maggio e il 19 settembre 2011. Da notare come anche l'F/A-18 e, ultimamente, l'F-35 stanno accusando gli stessi problemi di alimentazione di ossigeno al pilota.
Alla fine, oltre ai vari rimedi e sostituzioni di elementi nell'impianto che assicura la fornitura di ossigeno al pilota, come ulteriore elemento di sicurezza, tra il 2013 e il 2014, si è installato, in tutta la flotta, l'A-BOS (Automatic - Back-up Oxygen System). Si tratta di un sistema ossigeno d'emergenza dotato di 2 bombole, con capacità complessiva di 4,7 l, e in grado di fornire ossigeno per 60-70 minuti previa attivazione manuale o automatica, quest'ultimo intervento in caso di depressurizzazione rapida accidentale della cabina o guasto all'impianto di condizionamento.
Altro problema, questa volta relativo alla strumentazione del pilota, riguarda la ancora irrisolta installazione di un HMD/S (Helmet-Mounted Display/Sight) ormai presente su pressoché tutti gli aerei da combattimento. In origine, era prevista l'istallazione del tipo ormai standard per tutti i caccia USAF, ovvero il JHMCS (Joint Helmet-Mounted Cueing System). Tuttavia, problemi di peso e ingombro (il tettuccio dell'F-22 è piuttosto stretto verso l'alto a causa della sezione a losanga della fusoliera per le scelte di bassa riflettività radar) ne hanno fin qui sconsigliato l'introduzione. Nel 2013 era previsto il lancio di un programma dedicato, ma i tagli al bilancio fatti dall'Amministrazione Obama ne hanno bloccato lo sviluppo. Va detto che, tuttavia, la valutazione di altri modelli di HMCS (Helmet-Mounted Cueing System) è presente negli aggiornamenti previsti in futuro. Non mancano comunque voci secondo cui, data la superiorità "sensoriale" dell'F-22 nell'ingaggiare i bersagli a distanza e senza rivelarsi, l'esigenza di dotarsi di un tale sistema non sia così pressante.
La strumentazione presente nel cruscotto, ovviamente in linea con il concetto del "glass cockpit", comprende ben 6 schermi a cristalli liquidi (LCD: Liquid Crystal Display) a colori con presentazione digitale. Essi sono di varie dimensioni e con diverse funzioni. Lo strumento di volo primario è comunque l'HUD (Head-Up Display) del tipo ad ampio campo di visuale. Sotto vi è l'ICP (Integrated Control Panel, denominato anche UFCP (Up-Front Control Panel), con i pulsanti per l'inserimento dati per: autopilota, sistemi di comunicazione e sistemi di navigazione. Al di sotto di questo vi è, in posizione centrale, l'MFD (Multi Function Display) primario di grandi dimensioni (8x8 pollici, ovvero 203x203 mm) con funzione di presentazione della situazione tattica: tracciati aerei in volo, dati di superficie, bersagli e loro priorità, ecc. Ai lati e sotto questo schermo centrale sono presenti altri 3 MFD secondari (dimensioni 6,25x6,25 pollici, cioè 159x159 mm).
Quello di sinistra presenta la situazione e parametri difensivi: minacce dall'aria e da terra con le aree d'ingaggio, in alternativa vengono mostrate distanze e quote bersagli e lista priorità della minaccia; l'MFD di destra, per contro, schematizza quello che si può considerare il piano d'attacco con tutti i parametri di tiro dei missili; l'MFD in basso, invece, presenta lo schema per la gestione dell'armamento e, in alternativa, i parametri dei motori e dei sistemi di bordo. Gli ultimi 2 schermi, più piccoli (3x4 pollici, ovvero 76,2x102 mm), sono posti in alto ai lati dell'ICP e presentano, quello di sinistra, i dati del sistema CNI (Communication/Navigation/Identification) e la segnalazione allarmi (ICAW: Integrated Caution/Advisory/Warning), mentre lo schermo di destra è invece uno strumento di volo primario d'emergenza presentando tutti i parametri di volo e navigazione essenziali per il rientro alla base in caso di malfunzionamento degli strumenti primari. I parametri per questo strumento integrato d'emergenza provengono da sensori indipendenti e separati da quelli che servono gli strumenti primari, per ovvia e necessaria ridondanza. Come ulteriore ridondanza nella presentazione di queste informazioni d'emergenza vitali, queste possono essere presentate alternativamente tra questi 2 ultimi, piccoli schermi che, giustamente, rientrano nel cono di visione primaria del pilota.
L'aver posizionato la barra di comando (cloche) lateralmente è importante per rendere ben visibili, in ogni circostanza, i vari schermi che riempiono praticamente tutto il cruscotto, inclusa la piantana tra le gambe del pilota.

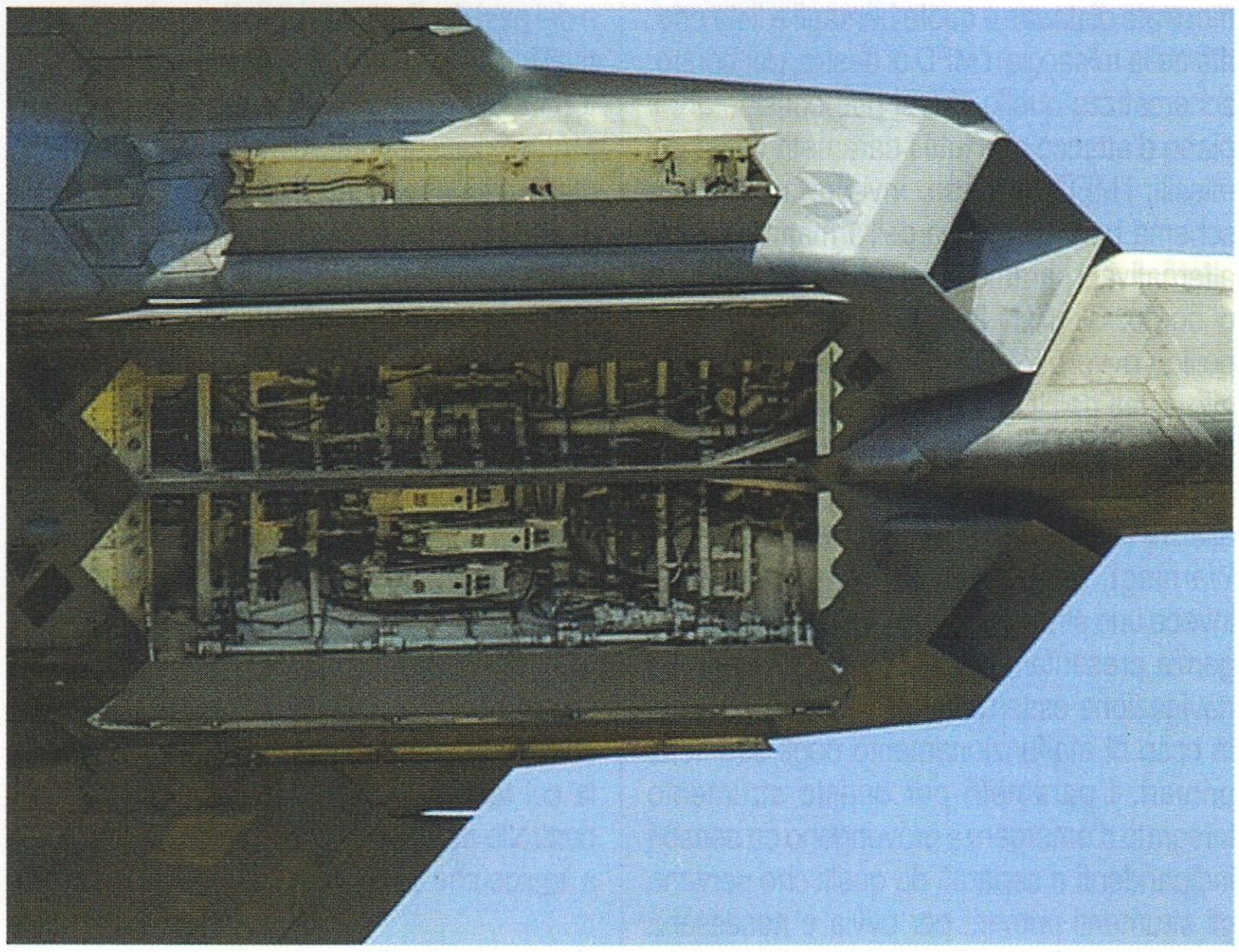
## Sistemi di bordo

L'impianto idraulico, doppio, ha una pressione d'esercizio di 4.000 psi, pari a circa 280 atm. La maggior pressione rispetto ai tradizionali impianti da 3.000 psi (211 atm) consente tra l'altro una sensibile riduzione nelle dimensioni e dei pesi degli attuatori e dei loro alloggiamenti all'interno della struttura. L'alimentazione è fornita da 4 pompe, a 2 a 2 azionate dall'A-MAD di ciascun motore. L'impianto elettrico è alimentato da 2 generatori da 65 kW, uno per motore. L'aereo è dotato di un gruppo ausiliario (APU: Auxiliary Power Unit) e d'emergenza Honeywell G250 da 450 CV di potenza per: avviamento autonomo dei motori; azionamento di una ulteriore pompa idraulica, con portata di 102 l/min; azionamento generatore elettrico da 27 kW. E' installato nella parte centrale superiore sinistra della fusoliera con presa d'aria e successivo scarico, entrambi dorsali, ovviamente con caratteristiche stealth.
Il sistema di condizionamento Honeywell provvede, oltre che all'ambiente di cabina, anche al condizionamento di tutta l'avionica, la cui temperatura è comunque tenuta sotto controllo pure dall'impianto di raffreddamento a liquido che circola nei supporti della stessa.

## Armamento

Uno dei cardini della configurazione dell'F-22, per avere capacità di crociera supersonica e minima tracciabilità radar, sta nella scelta, praticamente obbligata, del trasporto interno almeno dell'armamento base previsto per il ruolo primario dell'aereo (in questo caso, il combattimento aria-aria).
L'F-22 è dotato di 3 stive per l'armamento, 2 laterali dietro le prese d'aria, mentre la terza, ampia, rimane nella parte inferiore della fusoliera. Quelle laterali servono esclusivamente – quindi non offrono alcuna flessibilità – al trasporto di 2 missili aria-aria a breve gittata e guida a raggi infrarossi della famiglia SIDEWINDER. Sono infatti adatte sia all'AIM-9M e pure al più moderno AIM-9X, quest'ultimo ha la capacità d'impegnare, immediatamente

***Evidentissima la sezione romboidale sfuggente della fusoliera del RAPTOR e il raccordo con le ali senza formare angoli acuti o anche retti, per ridurre la riflessione delle onde radar. Il tettuccio, stretto in alto per seguire l'allineamento, è risultato critico per far portare al pilota il casco JHMCS standard USAF.***



***Un particolare dell'F-22 con le stive armamento aperte. Si possono notare, al centro in basso, le 3 rotaie per il trasporto e lancio dell'AIM-120 (LAU-142/A, visibile nell'immagine in basso). Le 2 stive poste sui fianchi della fusoliera sono destinate all'AIM-9.***

dopo il lancio, bersagli molto disassati - o off-boresight - rispetto alla direzione di volo dell'aereo lanciatore (grazie alla presenza di un ugello a spinta vettorabile che affianca le tradizionali alette di controllo). Questa capacità per essere sfruttata in modo pienamente efficace richiede però che il pilota sia dotato di un Helmet-Mounted Display/Sight.

La stiva inferiore, divisa longitudinalmente in 2 da una lunga paratia strutturale, può contenere 6 missili a media/lunga portata AIM-120C e AIM-120D con alette ridotte o armi guidate aria-superficie.

Abbiamo già trattato (si veda a tale proposito RID 12/2016 a pag. 36) del problema dell'armamento specifico per aerei a bassa osservabilità o "stealth". L'F-22 ha rappresentato il primo caso di un aereo da combattimento del più alto livello a evidenziare il problema dell'armamento per aerei di questo genere.

E in effetti non può non suscitare perplessità che, laddove il programma ATF prevedeva forti investimenti, in molti casi in anticipo sul lancio del programma nel suo complesso, per motori, avionica, materiali ecc, nulla risulta sia stato studiato e, soprattutto, realizzato, per armare questo "Air Dominance Fighter" con missili aria-aria diversi per la configurazione aerodinamica – leggi forma esterna compatibile con il trasporto integrato, sia pure esterno, o in stiva – da quelli già in servizio sui caccia di almeno 2 passate generazioni. Ci riferiamo, a parte il cannone Vulcan da 20 mm (prime applicazioni su F-104A e F-105B in servizio dal 1958), ai missili aria-aria a breve portata AIM-9 (AIM-9B in servizio dal 1956) e AIM-120, il quale anche se del tutto nuovo ha una configurazione aerodinamica, causa senz'altro la necessità d'interfacciarlo fisicamente con i precedenti aerei, che deriva dal vecchio AIM-7 SPARROW (SPARROW I in servizio dal 1954). In sintesi, l'origine dei missili aria-aria che armano l'F-22 (ma anche l'F-35), data da prima che la stiva interna (parliamo dei caccia) tornasse d'attualità per le imperative necessità della riduzione della tracciabilità radar – e per la crociera supersonica. Da qui, la più grave limitazione dei missili citati che occupano un volume eccessivo per le loro effettive dimensioni e "densità", a causa soprattutto delle alette, e che provocano: impatto sulle dimensioni dell'aereo, sezione maestra specialmente, quindi peso strutturale e resistenza aerodinamica, in particolare d'onda in regime di volo supersonico. Queste considerazioni si applicano anche per la versione "compatta" del missile a media portata, l'AIM-120C dotato di alette ridotte. Questa versione ha portato a un netto miglioramento nella quantità di missili trasportabili nella stiva principale dell'F-22: dai 4 possibili con gli AIM-120 prime versioni con le normali e più grandi alette, a 6 armi delle nuove versioni (C e D) con alette ridotte.

E' comunque da considerare che la possibilità di operare a velocità supersonica per un tempo relativamente lungo e la quota operativa dell'F-22, mediamente più elevata degli altri caccia, fanno sì che uno stesso tipo di missile, lanciato dall'F-22 nelle suddette condizioni, di più elevata energia potenziale insomma, ha una portata effettiva sensibilmente più elevata, stimata in certi casi anche superiore del 50%, rispetto a un lancio in regime subsonico.

Va qui ricordato che l'AIM-120, missile a guida inerziale nella traiettoria iniziale, con aggiornamento periodico dei dati bersaglio, diventa a guida radar attiva per la fase terminale, da cui la classifica "fire and forget".

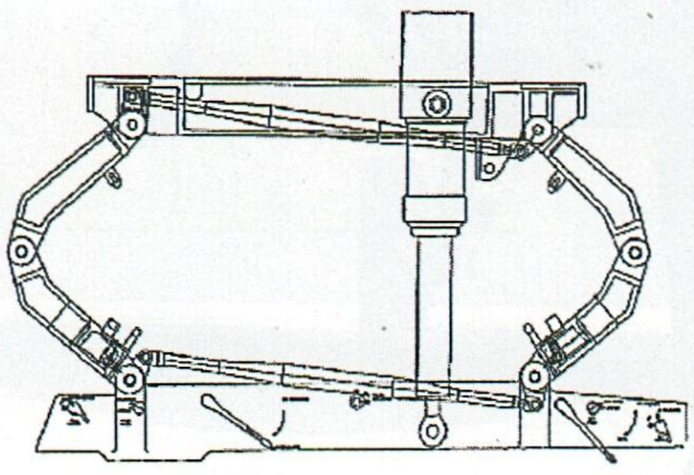
Tuttavia vi è anche la possibilità di un lancio dell'AIM-120 direttamente in modo attivo, nel caso di bersagli entro la portata del radar del missile. Questo modo d'impiego a breve distanza, in genere dominio dei missili con guida a raggi infrarossi, è un'utile alternativa agli stessi quando le condizioni sono poco adatte al loro sistema di guida: per presenza di nebbia, foschia, nuvole, riflessi solari, tutte condizioni che degradano le prestazioni dei sistemi di guida ottici e a infrarossi.

Tornando al modo di trasporto, i missili vengono messi in posizione di tiro dall'estensione di trapezi cui sono vincolate le rotaie di lancio. Nelle stive laterali per gli AIM-9 i lanciatori, ad azionamento idraulico, sono i LAU-141/A costruiti dalla stessa Lockheed Martin. Essi utilizzano le medesime rotaie montate alle estremità alari degli F-16 con aggiunto posteriormente un deflettore dei gas di scarico del missile per evitare danni alla parte posteriore della stiva. Per lanciare i 6 AIM-120 dalla stiva ventrale sono installati i LAU-142/A AVEL (AMRAAM Vertical Eject Launcher) della ITT Exelis ad azionamento pneumatico, capaci di eiettare i missili in meno di 1/10 di secondo e che non richiedono il carico manutentivo tipico dei sistemi di eiezione pirotecnici tradizionali. Venendo al ruolo d'attacco al suolo, le notevoli

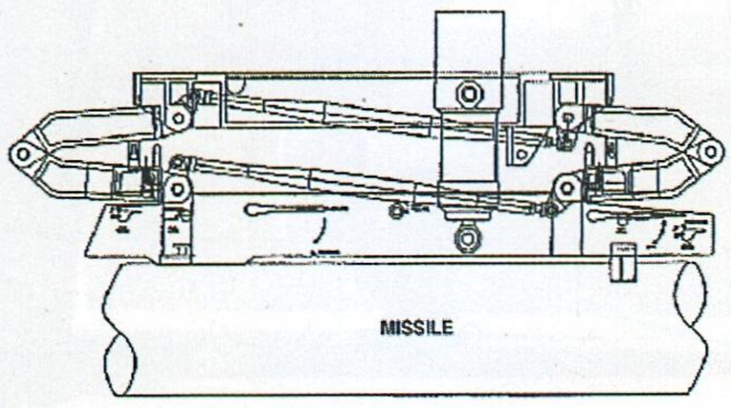
***Eiettore-lanciatore pneumatico-idraulico per AIM-120: realizzazione in alluminio, peso 52 kg, corsa 23 cm, velocità di estensione a fine corsa 8,2 m/s con max accelerazione 40 g.***

**LAU-142/A AMRAAM Vertical Eject Launcher**

**Extended for Ground Operations Such as Missile Loading or Servicing**



**Retracted with Missile Attached**



qualità di bassa rilevabilità dell'F-22, valutate da tutti superiori a quelle dell'F-35, tornerebbero ancora una volta utili assicurando la necessaria sopravvivenza ed incrementando le probabilità di successo della missione specifica.

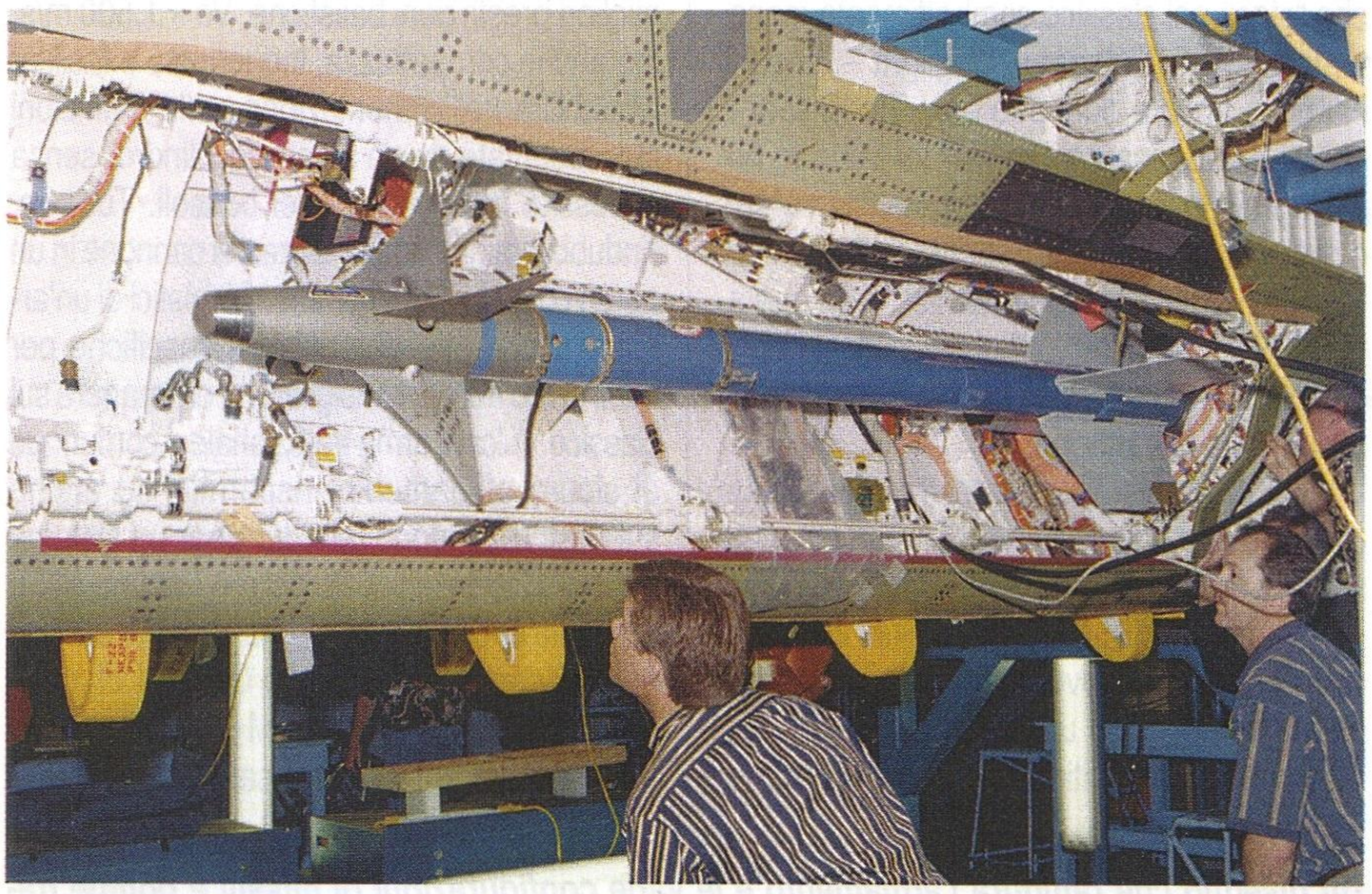
Il trasporto delle armi aria-suolo è previsto nella sola stiva ventrale di fusoliera. In essa, 4 dei 6 lanciatori per i missili aria-aria possono essere sostituiti con 2 sistemi di sospensione/sgancio per bombe classe 1.000 libbre (454 kg) tipo GBU-32 JDAM (Joint Direct Attack Munition) o travetti quadrupli (BRU-61/A) per bombe classe 250 libbre (113 kg), in particolare le GBU-39 SDB (Small Diameter Bomb). Entrambe queste bombe hanno sistema di guida INS/GPS (inerziale con correzione GPS). Ricordiamo che le SBD, per aumentare la portata, sono plananti grazie alle ali ripieghevoli. Non essendo dotato di sistema di designazione laser, non è al momento previsto l'impiego di bombe a guida laser, mentre l'attacco di bersagli con le SBD è ovviamente al momento ristretto a bersagli fissi. Per impegnare bersagli mobili sarà necessario passare alle GBU-53/B (SBD II) che, dopo la traiettoria corretta con il sistema INS/GPS, sono dotate di sistema di guida terminale a triplo "modo": radar millimetrico, infrarossi, laser semiattivo. Da qui la capacità d'impegnare bersagli mobili e in condizioni di cattiva visibilità.

Resta comunque la possibilità, in missioni cosiddette del "secondo giorno" – ovvero dopo avere "ammorbidito" le difese aeree e contraeree nemiche – di trasportare armamento addizionale dai 4 punti d'attacco subalari (accettando una degradazione della qualità stealth). La capacità di ciascuno di questi punti è di 5.000 lb (2.270 kg). In questo caso, è possibile trasportare serbatoi ausiliari da 600 galloni (2.271 l/1.850 kg), oltre a ulteriori missili aria-aria, anche con supporti doppi per ciascun pilone e armamento aria-superficie.

Per il futuro era prevista la qualificazione di altre armi guidate aria-superficie, ma il cambiamento dello scenario politico-militare potrebbe ridare una certa enfasi al ruolo proprio all'F-22, ovvero quello della superiorità aerea – offensiva –, e lasciare così ad altre "piattaforme" lo svolgimento delle missioni d'attacco.

### Il dilemma dell'armamento fisso

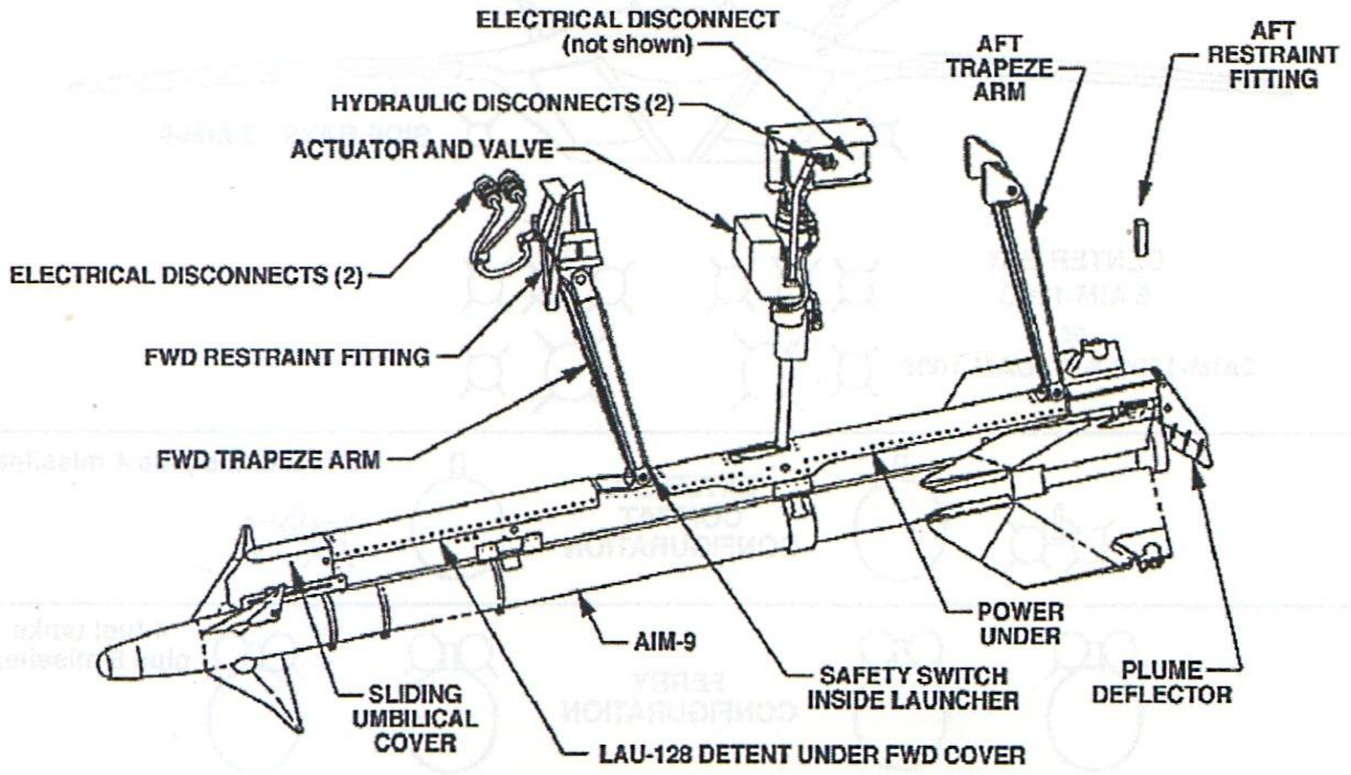
Uno degli argomenti più dibattuti durante l'elaborazione dei requisiti operativi dell'ATF fu se dovesse avere un cannone interno o no. Effettivamente, c'erano delle solide ragioni nell'ipotizzare che un caccia come l'ATF, basato su caratteristiche di bassa osservabilità del più alto livello, unitamente ad eccellente maonovrabilità in tutto l'inviluppo, potesse essere armato soltanto di missili aria-aria. In particolare si puntava, come armamento principale (e tale è rimasto), a missili a media portata del tipo "fire and forget" che ormai davano ottima affidabilità e poche possibilità d'evasione anche al migliore dei caccia nemici. Tuttavia un combattimento, iniziato senz'altro



***Sopra: un missile AIM-9X esteso nella posizione di lancio. Da notare, nella parte anteriore della stiva, il motore idraulico e l'albero di torsione longitudinale per l'apertura dei portelli. La loro apertura ad alta velocità ha reso necessaria la robusta struttura qui visibile. Le 3 stive separate, ciascuna con i propri portelli e il proprio sistema d'attuazione, hanno inciso non poco sul peso a vuoto dell'aereo. Sotto: una foto storica (dovrebbe risalire al 1998) che ritrae 2 tecnici Lockheed Martin al lavoro per verificare la compatibilità della stiva laterale con il missile AIM-9M SIDEWINDER.***

***Trapezio per trasporto e lancio di missili classe AIM-9 SIDEWINDER. La rotaia è quella posta alle estremità alari dell'F-16. Notare il deflettore di gas di scarico (plume deflector).***

## LAU-141/A Trapeze Launcher with Missile



***Rara immagine di un F-22 con installati i piloni subalari più esterni che, a loro volta, portano ciascuno 2 rotaie di lancio. I missili sono AIM-120C con alette compatte. Notare il raccordo, arrotondato, dei piani orizzontali mobili con la carenatura fissa.***

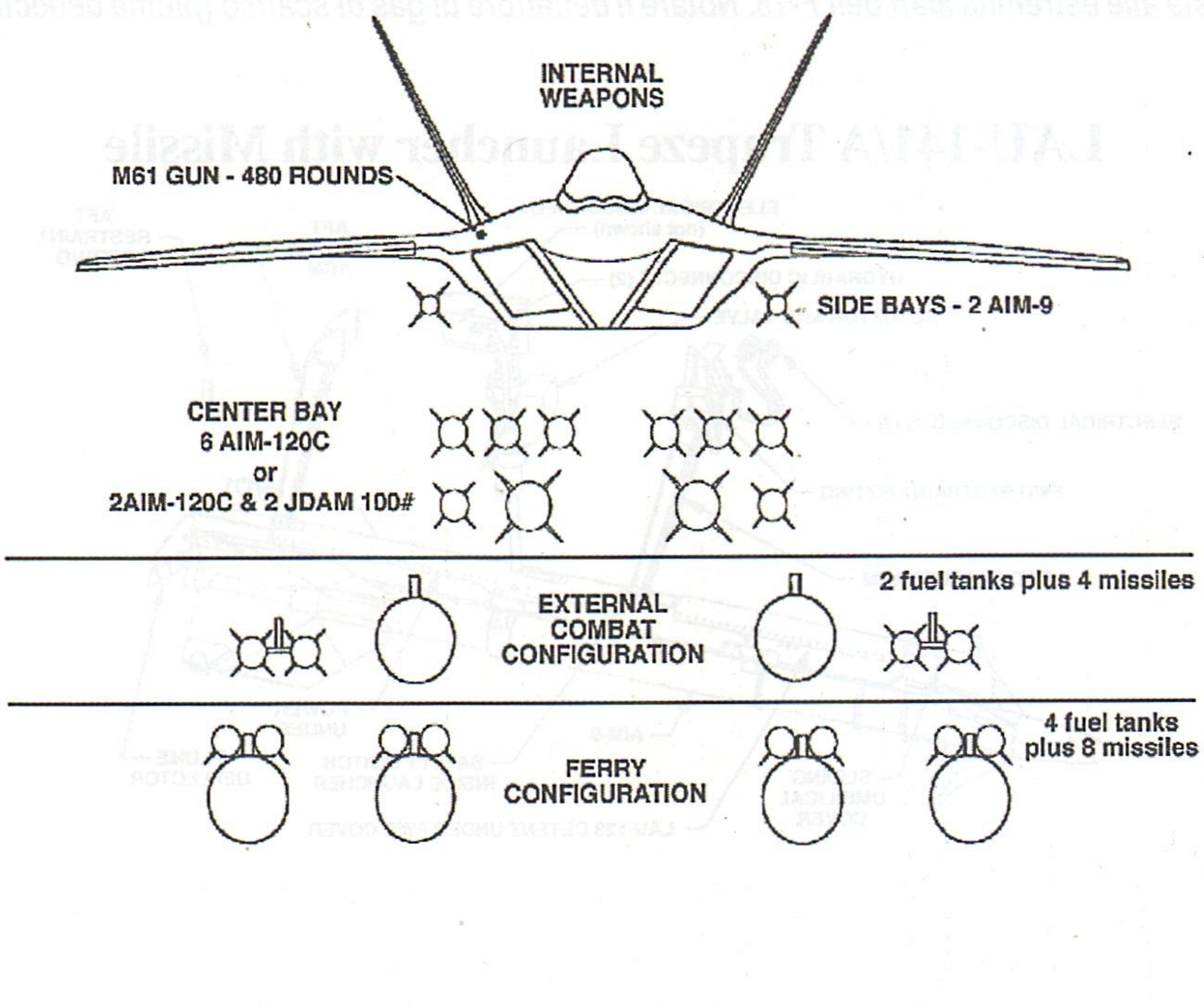
a media/lunga distanza, non si può escludere che "sfoci" nel classico combattimento manovrato a breve distanza – dogfight –, e qui il cannone ancora oggi può ben dire la sua. E d'altro canto, esauriti i missili (di certo in numero limitato, specie se portati internamente), o nell'eventualità di una loro "neutralizzazione" da parte nemica, la "confraternita" degli operativi (cioè i "cacciatori" o "fighter mafia") non fu disposta ad accettare un caccia da superiorità aerea privo di cannone.

Da qui la decisione finale d'installare un cannone interno nel nuovo ATF. Era già stata studiata anche un'arma completamente nuova – programma AGT (Advanced Gun Technology) – proprio per l'eventuale installazione nel nuovo aereo. Esso utilizzava le CTA (Cased Telescoped Ammunition), cioè munizioni senza bossolo (o bossolo combustibile), per avere migliori prestazioni balistiche, Vo ~ 1.500 m/s, ma anche compattezza, leggerezza e facilità/affidabilità nell'alimentazione delle munizioni rappresentate da un semplice cilindro, senza necessità d'espulsione dei bossoli. Tuttavia, l'indubbia minore importanza del cannone in un aereo come l'F-22 e i problemi logistici di un'arma e soprattutto di munizioni specifiche per quell'unico aereo, consigliarono di rimanere sul classico Vulcan, arma tradizionale e comunque di sicuro affidamento, risparmiando anche sui costi di sviluppo (sia pure per un sistema minore a fronte del costo del programma ATF). La scelta cadde quindi su una variante del General Dynamics (in passato General Electric) M-61A1 Vulcan, ovvero sull'M-61A2 alleggerito (da 114 a 93 kg), ma con canne lunghe 100 calibri (200 cm) contro i 76 calibri (152 cm) della versione precedente. Esso offre un incremento della velocità iniziale da circa 1.030 a 1.100 m/s e del rateo di fuoco da circa 6.000 a 7.000 colpi al minuto a regime (essendo il funzionamento basato su fonte esterna di potenza, elettrica o idraulica, è necessario un tempo di accelerazione dell'ordine di mezzo secondo nella rotazione delle canne per raggiungere il massimo rateo di fuoco di circa 115 colpi/s). La dotazione di munizioni ammonta a 480 colpi. L'arma è installata, in posizione piuttosto arretrata, all'interno del dorso della fusoliera, parte destra, dietro la prese d'aria. Allo sparo, si apre un portello anteriore che altrimenti chiude l'apertura.

Di certo avrebbe avuto forse più senso, essendo già in servizio sull'AV-8B (ed è stato successivamente scelto anche per l'F-35) andare su un calibro maggiore, come il 25x137 mm. Esso offre un proiettile con densità sezionale maggiore di circa il 14% rispetto al 20x102 mm del Vulcan ed energia cinetica doppia alla bocca dell'arma e pure una maggiore energia residua sul bersaglio (per la superiore densità sezionale del proiettile). Anche le caratteristiche di traiettoria, ovvero radenza della stessa, dovrebbero essere leggermente superiori rispetto a quelle del modello precedente data l'uguale velocità iniziale, ma la maggiore densità sezionale e la conseguente minore "ritardazione" del proiettile sulla traiettoria.

Notiamo quindi che in pratica, concettualmente, l'armamento per il nuovo ATF – cannone più AIM-9 più AIM-120 (che si può considerare come l'estrema evoluzione dell'AIM-7) – non differisce molto da quello introdotto durante la Guerra del Vietnam sull'F-4E (cannone più AIM-9 più AIM-7). Esso venne poi trasferito pari pari, a parte i modelli via via migliorati dei missili AIM-9 e AIM-7, sull'F-15 e, a meno dei nuovi e realmente innovativi AIM-9X e AIM-120C/D (ma non certo rivoluzionari dal punto di vista degli ingombri), è stato mantenuto anche sull'F-22.

***Un disegno che raffigura l'armamento e le varie configurazioni di missili e bombe trasportabili.***




## Concetti e capacità operative

Il RAPTOR è stato sempre descritto come aereo al disopra di qualunque velivolo oggi in servizio. Cerchiamo quindi di capire cosa lo rende diverso dagli altri e quali sono le capacità operative che oggi esso possiede, senza dimenticare le potenzialità future.

L'F-22 viene descritto come unico caccia capace di operare in un ambiente nemico dotato di sofisticati sistemi di difesa aerea, tali da essere descritti come capaci di "A2/AD" (Anti-Access/Area Denial). Queste capacità provengono dalla sinergia dei 2 settori nei quali è stato progettato per eccellere: l'aereo in senso stretto e i sensori. L'F-22 è infatti unico nel possedere caratteristiche complessive in termini di: ridotta osservabilità (stealth); velocità di crociera supersonica (supercruise); maneggevolezza in regime sia subsonico che supersonico; elevata

quota operativa – nell'ordine dei 20.000 m. A livello pratico, infatti, i piloti dell'F-22 tendono ad operare mediamente a circa 3.000 m sopra le quote tipiche cui operano F-15 ed F-16. A queste caratteristiche vanno sommate le notevoli capacità dell'avionica di bordo, in grado di fornire un quadro completo della situazione tattica (situational awareness) nell'area operativa tenuta sotto controllo, tra l'altro di notevole estensione: nell'ordine di qualche centinaio di chilometri. Questo è ottenibile attraverso i sensori per la ricerca e l'inseguimento dei bersagli, i sistemi di comunicazione e gli apparati per la difesa, ma anche attraverso le antenne di guerra elettronica.

La sinergia tra le prestazioni in termini di crociera supersonica sostenuta per un tempo significativo, piuttosto che breve come nei precedenti aerei (nell'ordine di almeno Mach 1.5), l'elevata quota operativa, unite alla ridotta rilevabilità ai radar nemici, sono di particolare valore, per esempio, nella penetrazione dello spazio aereo sopra il territorio nemico, specialmente nelle già citate aree A2/AD. L'inviluppo d'ingaggio dei missili contraerei per quota, velocità e tempo di reazione dal momento dell'allarme viene, infatti, fortemente ristretto. A questa riduzione delle capacità "cinematiche" dei missili nemici vanno aggiunte le azioni dei sistemi di difesa di bordo del RAPTOR non solo in termini di contromisure elettroniche, ma anche per ciò che concerne la capacità di attaccare i sistemi di scoperta e inseguimento dei nemici. Tutto ciò sempre al fine di contrarre l'inviluppo d'ingaggio dei sistemi nemici. Simili capacità operative sono utili anche nelle missioni, sia pure in chiave moderna, di scorta ad aerei d'attacco, destinati, in certi teatri operativi, alla penetrazione delle aree A2/AD. Nel combattimento aria-aria e, più in particolare, in un'eventuale intercettazione di aerei con capacità supersonica, la capacità dell'F-22 di inseguirli – o, più generalmente, ingaggiarli – per un tempo significativo, e senza utilizzo della postcombustione, lo pone in netto vantaggio.

In qualsivoglia impiego l'F-22 beneficia dell'importante prestazione costituita dal suo raggio d'azione con la particolarità, fin qui unica del RAPTOR, di volare con un profilo che include una crociera, in parte, supersonica. Questa prestazione costituisce uno dei punti fondamentali del progetto.

Come riferimento, sono stati citati questi valori per il raggio d'azione: circa 1.100 km, 840 km e 750 km a seconda del profilo di missione; rispettivamente, nel primo caso, svolto tutto a velocità subsonica (di scarso significato, se non per un pattugliamento senza impegnare combattimento), negli altri 2 con una fase di penetrazione supersonica, a Mach 1,5, rispettivamente per 50 o 100 miglia nautiche (~ 90 o 185 km).

Quindi, ipotizzando d'impegnare combattimento, si assume una quota fissa di carburante speso nel combattimento stesso. Altrettanto, si può però ipotizzare che il combattimento venga

## Pianificazione dei miglioramenti

Sin da prima della sua entrata in servizio, per l'F-22 è stata pianificata una serie continua di miglioramenti che però hanno spesso subito variazioni di contenuti e tempistiche. Di seguito, l'elenco.

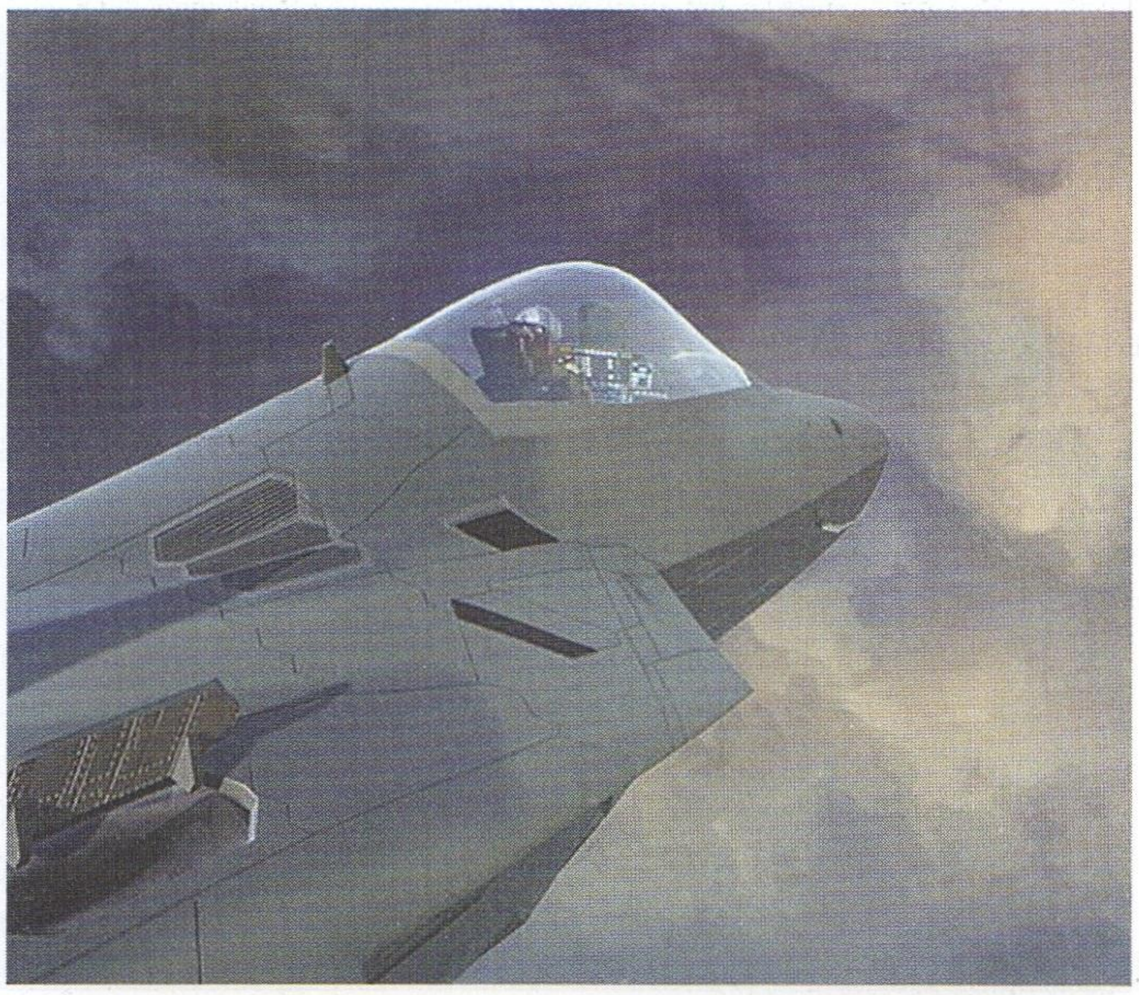
**Increment 1**
Configurazione iniziale dell'aereo con ruolo esclusivo di caccia da superiorità aerea. Lancio nel 2003, quindi prima dell'entrata in servizio ufficiale.

**Increment 2**
Introdotto in produzione nel maggio 2008. Aggiunta capacità aria-suolo con capacità di sganciare, anche in supersonico, bombe JDAM; introduzione dell'IFDL (Intra-Flight Data Link) per scambio criptato di dati con altri F-22.

**Increment 3.1**
Introdotto sugli aerei già consegnati. Miglioramenti capacità aria-suolo del radar, mappatura terreno con modo di funzionamento SAR (Synthetic Aperture Radar); ulteriori capacità di attacco elettronico; capacità localizzazione geografica radar nemici; capacità utilizzo di 8 SBD I; capacità del pilota di designare 2 diversi bersagli per l'attacco simultaneo con 2 SBD per ciascun bersaglio.

**Increment 3.2A**
Introdotto nel 2014. Miglioramenti in termini di protezione elettronica, comunicazioni, capacità d'identificazione e acquisizione bersagli.
Introduzione sistema di scambio informazioni standard Link 16, ma limitato al solo ricevimento dati da altra piattaforma, per prevenire rischio rilevamento se le trasmissioni dati avvenissero da un aereo stealth come l'F-22.

**Increment 3.2B**
Introduzione su 150 esemplari prevista tra 2019 e 2022. Miglioramenti a: sistema di scambio dati IFDL; sistema di gestione dei carichi (SMS: Store Management System); protezione elettronica; geo-localizzazione dei radar nemici con il sistema ALR-74; integrazione dei missili AIM-9X Block II e AIM-120D; capacità di riprogrammare in volo l'attacco a bersagli diversi da quelli inizialmente pianificati per tutte le 8 bombe SBD.
L'integrazione dell'AIM-9X, inizialmente prevista soltanto sugli 87 F-22 Block 35 di più recente produzione, dovrebbe essere estesa anche ai 63 precedenti Block 30. Resta comunque la limitazione dovuta alla mancata integrazione dell'HMCS per poter utilizzare al massimo le capacità dell'AIM-9X. Al momento è previsto il lancio del programma per il casco con capacità di designazione solo nel 2019, quindi con ritardo rispetto all'introduzione del missile sull'aereo. Con il prossimo Increment 3.3, previsto nel 2020, dovrebbe anche essere introdotto il casco con HMCS. E' anche possibile che venga alla fine introdotta la possibilità di scambiare informazioni e dati in entrambe le direzioni anche con aerei di altro tipo non stealth.
A livello di pianificazione è al momento previsto un programma di aggiornamenti cosiddetti di "mezza vita" a partire dal 2024. Ulteriori possibili sostanziali miglioramenti alle capacità operative dell'F-22 potrebbero venire come ricaduta di vari programmi previsti per il futuro caccia di Sesta Generazione, al momento noto come PCA (Penetrating Counter Air): motori a ciclo variabile, armi ad utilizzo diretto di energia e missili aria-aria di nuova generazione (finalmente studiati proprio per una ottimale integrazione su caccia stealth?).



***Un'immagine al computer che mostra un F-22 con il portello dell'arma da 20 mm aperto (in basso a sinistra).***

## Produzione e vicissitudini

I numeri di produzione iniziale per la flotta di F-22 prevedevano il rinnovo della linea di caccia da superiorità aerea sostituendo buona parte della flotta degli F-15. Questa previsione di produzione è stata via via ridotta da 750 a 648, a 339, a 227 fino alla costruzione definitiva di una flotta di soli 187 esemplari, con un picco nella produzione annua di 24 aerei. Una flotta numericamente molto modesta e del tutto insufficiente a fronte degli impegni in ogni parte del mondo da parte degli USA.

Il "dimensionamento" iniziale della flotta in termini di potenzialità operative si basava sull'assunzione di poter combattere o comunque tenere a bada in termini di deterrente, contemporaneamente e con "minimo" rischio, 2 nemici con alte capacità militari (Unione Sovietica e Cina?).

La drastica riduzione nella produzione ha invece portato (siamo all'Amministrazione Obama e al suo Segretario alla Difesa Robert Gates, responsabili alla fine del taglio della produzione) a ordinare soli 184 esemplari, cui poi ne sono stati aggiunti altri 3 dal Congresso, per un totale appunto di 187 esemplari di serie più 8 per la preserie utilizzata nella fase di sviluppo (EMD).

Diverse sono state le ragioni che, durante la fase di sviluppo e la prima fase di produzione, fino alla decisione definitiva nel 2009, hanno portato al drastico taglio nella produzione dell'F-22:

- Il suo alto costo, indubbio, ma cresciuto tuttavia per via del taglio della produzione. Va ricordato infatti che all'inizio del programma si era ipotizzato, come obiettivo di costo unitario dell'aereo, 35 milioni di dollari, presto aumentati a 40, ma oltre a essere espressi in valori del 1985, tale assunzione riguardava un rateo di produzione di ben 72 aerei l'anno, con una serie di 750 aerei e con anche la prospettiva della variante navale (618 esemplari previsti), sia pure molto diversa, ma di certo molto simile almeno a livello di motori, impianti, sistemi avionici e, probabilmente, buona parte dell'armamento.
- I problemi di messa a punto e i costi di manutenzione totalmente fuori dai, chiaramente errati, calcoli iniziali – si indicavano appena 12 MMH/FH (Maintenance Man-Hour per Flight Hour) – ma in effetti legati in buona parte all'avere voluto un aereo certamente di grandi capacità operative ma, di conseguenza, oltremodo complesso, in particolare nell'integrazione funzionale dei sistemi di bordo, avionica, software e nel parallelo ottenimento della più bassa osservabilità, quest'ultimo da sempre punto dolente per manutenzione e disponibilità operativa.
- L'assunzione - presuntuosa e oggi rivelatisi errata - che Russia e Cina avrebbero avuto bisogno di anni e anni per mettere in servizio aerei operativamente equivalenti a quelli americani.
- Anche le aspettative per l'F-35, considerato un multiruolo senza significative limitazioni in qualsivoglia impiego, hanno spinto, almeno negli ultimi anni dello sviluppo e della produzione dell'F-22, a spostare i finanziamenti verso questo aereo.
- Sempre dal punto di vista operativo i ruoli aria-aria e più in generale di superiorità aerea, da sempre, insieme al bombardamento strategico, punti di forza dell'USAF, sono stati messi in secondo piano dai politici americani, e anche da una parte degli alti comandi americani non solo dell'USAF ma anche della US Navy (vedi mancata sostituzione dell'F-14 per l'aria-aria, ma anche dell'A-6 per l'attacco pesante in profondità, del KA-6 per l'aerorifornimento, dell'S-3 per la lotta antisom imbarcata a lungo raggio).
- In relazione a quanto sopra, in particolare Robert Gates, ma anche alti esponenti politici, hanno avanzato dubbi sulla necessità di avere un tale aereo date le esigenze tipiche riscontrate nelle operazioni aeree in Iraq e Afghanistan. In maniera incongrua tuttavia non risulta però che ciò abbia portato, e per oltre 20 anni, a decisioni razionali, quali il recentissimo OA-X.

Da notare anche che i 2 sostenitori del programma F-22, il Segretario dell'USAF Michael Wynne e il Capo di Stato Maggiore Generale Michael Moseley, vennero costretti alle dimissioni da Gates e Obama nel 2008, almeno ufficialmente, per alcune deficienze nella gestione dell'arsenale nucleare in carico all'USAF.

Successivamente, a partire dal 2010 e fino allo scorso anno sono stati richiesti a livello politico diversi studi circa i costi per riprendere la produzione dell'F-22.

Questi ripensamenti sono nati da rivalutazioni circa le capacità di Russi (PAK FA T-50 / Su-57) e Cinesi (J-20 e J-31) di sviluppare, molto più rapidamente di quanto erroneamente previsto prima, aerei da caccia grosso modo della classe dell'F-22.

In particolare l'Air Combat Command aveva valutato in 381 le esigenze minime in termini di flotta di F-22, da cui la richiesta di indicare il costo per la produzione di ulteriori 194 aerei, sfruttando le attrezzature di produzione preservate presso il Sierra Army Depot in California.

Tuttavia la decisione sul rilancio dell'F-22 è stata messa da parte a fronte di stime di costo (pare) nell'ordine di 50 miliardi di dollari per produrre gli ulteriori 194 richiesti. Ciò anche, probabilmente, per la prospettiva di partire con un programma per un caccia di Sesta Generazione nel prossimo decennio e con entrata in servizio intorno al 2030. In definitiva, tutto ha giocato contro una produzione numerica dell'F-22 adeguata agli impegni davvero mondiali degli USA e in aree geografiche a grande distanza l'una dall'altra.

L'ultimo F-22 è stato completato nel dicembre 2011 e consegnato all'USAF il 2 maggio 2012. A fine 2017 la flotta di F-22 risultava composta da 139 aerei Block 30/35 nei reparti di prima linea, 12 aerei dedicati a prove varie e ben 32 esemplari di Block 20, di minori capacità, utilizzati per addestramento, ovvero conversione operativa e mantenimento delle capacità di pilotaggio (concetto di Companion Trainer). Proprio per compensare il ridotto numero di aerei di prima linea, lo scorso anno è stato completato l'aggiornamento di 13 Block 20 usati per prove e addestramento alle versioni più recenti, Block 30/35, per costituire almeno una riserva di pronto impiego e con livello di capacità operative adeguate e tutte uguali tra le sottoversioni.

Con riferimento ai costi di produzione dell'F-22 va anche citata la decisione del Congresso americano di proibire l'esportazione dell'aereo anche ai più affidabili alleati causa i suoi riservatissimi contenuti tecnologici.

Tra le nazioni maggiormente interessate innanzitutto vi è stato il Giappone, quindi la Corea del Sud, Israele e l'Australia. Tutti questi Paesi alla fine sono stati in un certo senso "spinti" all'acquisto dell'F-35 – effettivamente aereo d'attacco, piuttosto che caccia. Non a caso il Giappone, probabilmente il più interessato al ruolo difesa aerea, e separatamente la Corea del Sud, hanno in studio un caccia da superiorità aerea con caratteristiche "stealth".

Si può stimare che, se scelto da tutte 4 le nazioni, la produzione di F-22 sarebbe aumentata di almeno 300 unità con conseguente drastica riduzione dei costi d'acquisto per l'USAF, grazie al contributo esterno anche come quota dei costi di ricerca e sviluppo.

Per il Giappone si parlava di 300 milioni di dollari per aereo come prezzo complessivo di programma.

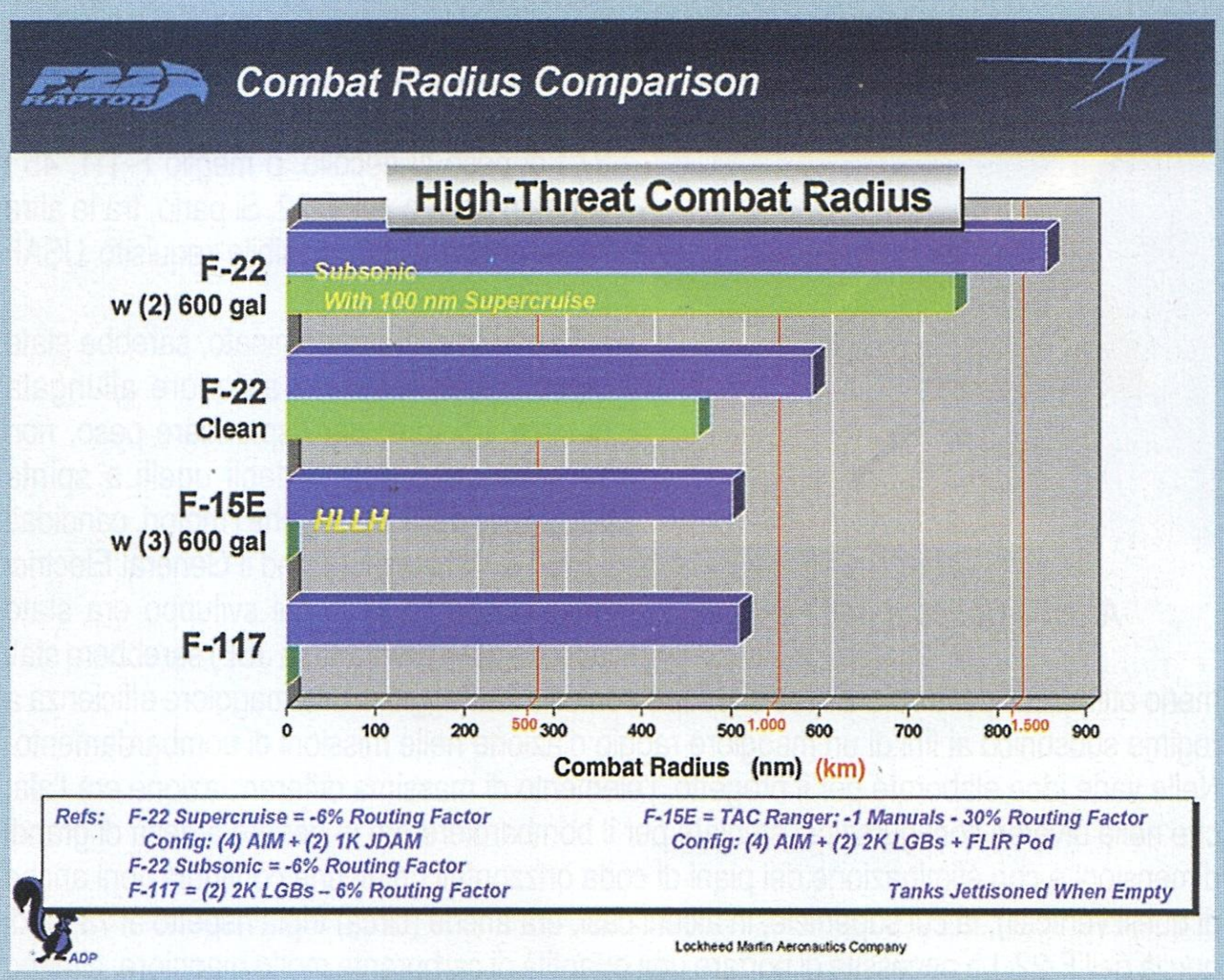
effettuato con un uso minimo della postcombustione, ponendo di arrivare nell'area dello scontro già alla rispettabile velocità di Mach 1,5 (probabilmente più che adeguata in buona parte dei combattimenti). Si tenga infatti conto della velocità massima, in genere ottenibile solo in configurazione pulita, di vari aerei, quali i modelli di F/A-18 e RAFALE (Mach 1,8) e F-35 (Mach 1,6). Va comunque notato che i caccia russi e cinesi vanno tutti sopra Mach 2, sia pure sempre "puliti", grazie anche all'adozione di prese d'aria dei motori a geometria variabile, anche se ciò comporta l'accettazione di una ben maggiore riflettività radar nell'emisfero frontale. Per una comparazione indicativa del raggio d'azione dell'F-22 verso F-117 e F-15E si veda il box qui a fianco.

Parlando della superiorità aerea, ruolo dichiaratamente primario per il quale è nato l'F-22, il combattimento ravvicinato, ovvero dogfight, sempre suggestivo, non rientra nelle tattiche principali previste per il RAPTOR. Infatti, per le sue peculiari capacità, è il combattimento a distanza contro un nemico ancora ignaro delle sue "attenzioni" che dà all'F-22 una netta supremazia. Tuttavia va detto che per l'F-22 – così come per qualunque altro aereo – impegnarsi in un combattimento ravvicinato rappresenta un rischio maggiore rispetto a quello effettuato a distanza. Questo perché alcune sue qualità semplicemente non sono utilizzabili: basti citare la bassa riflettività radar, inutile nei combattimenti a vista. Infatti, nel combattimento ravvicinato risaltano soprattutto: maneggevolezza, agilità nell'impostare le manovre, accelerazione, inviluppo di volo ampio in termini di elevati angoli d'incidenza controllabili per impegnare il nemico, ma anche persistenza (temporale). Il tutto, con l'aereo nella reale configurazione operativa, cioè armato. Ma queste qualità, e non per caso, sono anch'esse parte del progetto dell'F-22 – ricercata la bassa osservabilità ma senza compromettere, come in passato, le prestazioni, anche estreme – includendo anche la caratteristica che solo l'F-22 ha tra i caccia fino a oggi in servizio: il trasporto interno dell'armamento piuttosto che esterno a "sporcare" l'aerodinamica base dell'aereo, come accade per qualsivoglia avversario.

In sintesi, nell'F-22 si ha contemporaneamente sia la capacità di combattimento a distanza (oggi possibile e di dimostrata efficacia), sia le superiori qualità essenziali nell'eventualità (diremmo accidentale) di un dogfight, ma che siamo convinti si presenterà sempre. E a quest'ultimo proposito va detto che mentre l'addestramento al combattimento a distanza (BVR – Beyond Visual Range) viene in buona parte effettuato al simulatore, la maggior parte dell'addestramento in volo riguarda proprio il combattimento ravvicinato (WVR – Within Visual Range).

Con il RAPTOR emerge dunque una nuova capacità, inedita per un caccia e, almeno in parte, potenziale finché non si risolve completamente il problema del collegamento, tipo

## Confronto raggi d'azione - missione d'attacco




Nelle "maglie" della rete abbiamo "pescato" questo importante documento che sembra risalire ai primi anni 2000. Si tratta di un grafico molto interessante che mette a confronto i raggi d'azione dell'F-22 RAPTOR, dell'F-15E e dell'F-117 in una tipica missione d'attaco. Il profilo d'attacco ipotizzato per i 3 aerei è quello di una penetrazione in area ad alto rischio per sganciare 2 bombe guidate di modelli differenti. In blu è indicato il raggio d'azione in crociera subsonica, in verde quello che prevede un segmento supersonico di 100 miglia nautiche (185 km), ciò ovviamente vale soltanto per l'F-22. Per quanto riguarda l'F-15E, non essendo "stealth", per ridurre la possibilità che venga scoperto è previsto un profilo di missione alto-basso HLLH (High-Low-Low-High) che riduce il raggio d'azione a causa dei maggiori consumi a bassa quota. Al grafico originale abbiamo aggiunto, in rosso, i valori in chilometri. Per l'F-22 RAPTOR sono indicate 2 configurazioni.

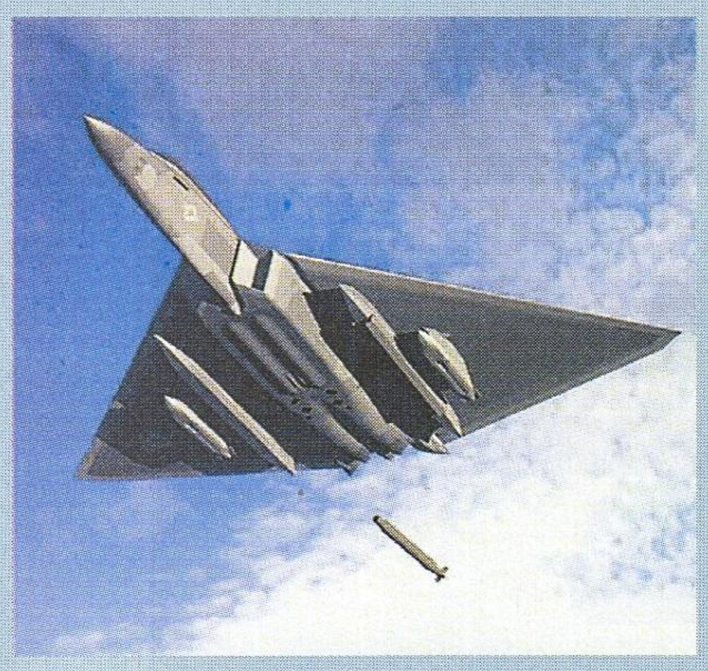
In entrambe le situazioni l'F-22 trasporta internamente tutto l'armamento costituito da 2 bombe JDAM (a guida GPS) da 1.000 lb (454 kg) più 4 missili aria-aria per autodifesa (2 AIM-9M e 2 AIM-120C). Nella configurazione in alto il RAPTOR è dotato anche di 2 serbatoi supplementari esterni (da 600 US Gals / 2.271 lt / 1.840 kg ciascuno) che verranno sganciati una volta vuoti (di certo prima del segmento di missione con penetrazione supersonica). Non è tuttavia specificato se anche i 2 piloni di sospensione possano essere sganciati per ridurre sia la riflettività radar che la resistenza aerodinamica con il loro impatto su consumi/autonomia (anche se si tratta di una possibilità prevista e immortalata in una fotografia).

La configurazione dell'F-15E prevede invece l'impiego di 2 bombe a guida laser (LGB, Laser Guided Bomb) da 2.000 lb (907 kg) portate esternamente, più 4 missili aria-aria per autodifesa (4 AIM-120C) semi-immersi nella parte bassa della fusoliera; un pod elettro-ottico esterno per l'illuminazione dei bersagli. In più, lo STRIKE EAGLE è dotato di 3 serbatoi esterni (da 600 US Gals / 2.271 lt / 1.840 kg ciascuno) che verrebbero sganciati una volta vuoti. Infine l'F-117 è armato di 2 bombe a guida laser (LGB) da 2.000 lb (907 kg), trasportate internamente, mentre è totalmente privo di missili per autodifesa.

Uno degli aspetti più interessanti di questo grafico è il "Routing Factor", indicato sempre nella legenda in basso.

Per "Routing Factor" va infatti inteso l'allungamento della rotta da percorrere per raggiungere l'obiettivo, ciò per motivi di sicurezza, ovvero per evitare la contraerea e/o ridurre il rischio di essere scoperti volando su aree che sono meglio coperte, magari in sovrapposizione, dai radar nemici o per presunta presenza di caccia da difesa aerea. Questo elemento diventa quindi un punto di forza nella valutazione del raggio d'azione effettivo più che teorico di un aereo stealth: allungamento della rotta d'attacco di solo il 6 % contro ben il 30 % ipotizzato per un aereo tradizionale. Quest'ultimo di certo sarà protetto dai suoi sistemi di contromisure elettroniche ma, a seconda delle loro caratteristiche, la loro messa in funzione potrebbe quantomeno rivelare che vi è una penetrazione nemica in corso, allertando così comunque il nemico. Tornando però al "Routing Factor" la relativa valutazione si presume tenga conto, quindi sarà variabile in valore, delle capacità dei sistemi di difesa in possesso del nemico, in particolare nell'area da sorvolare.

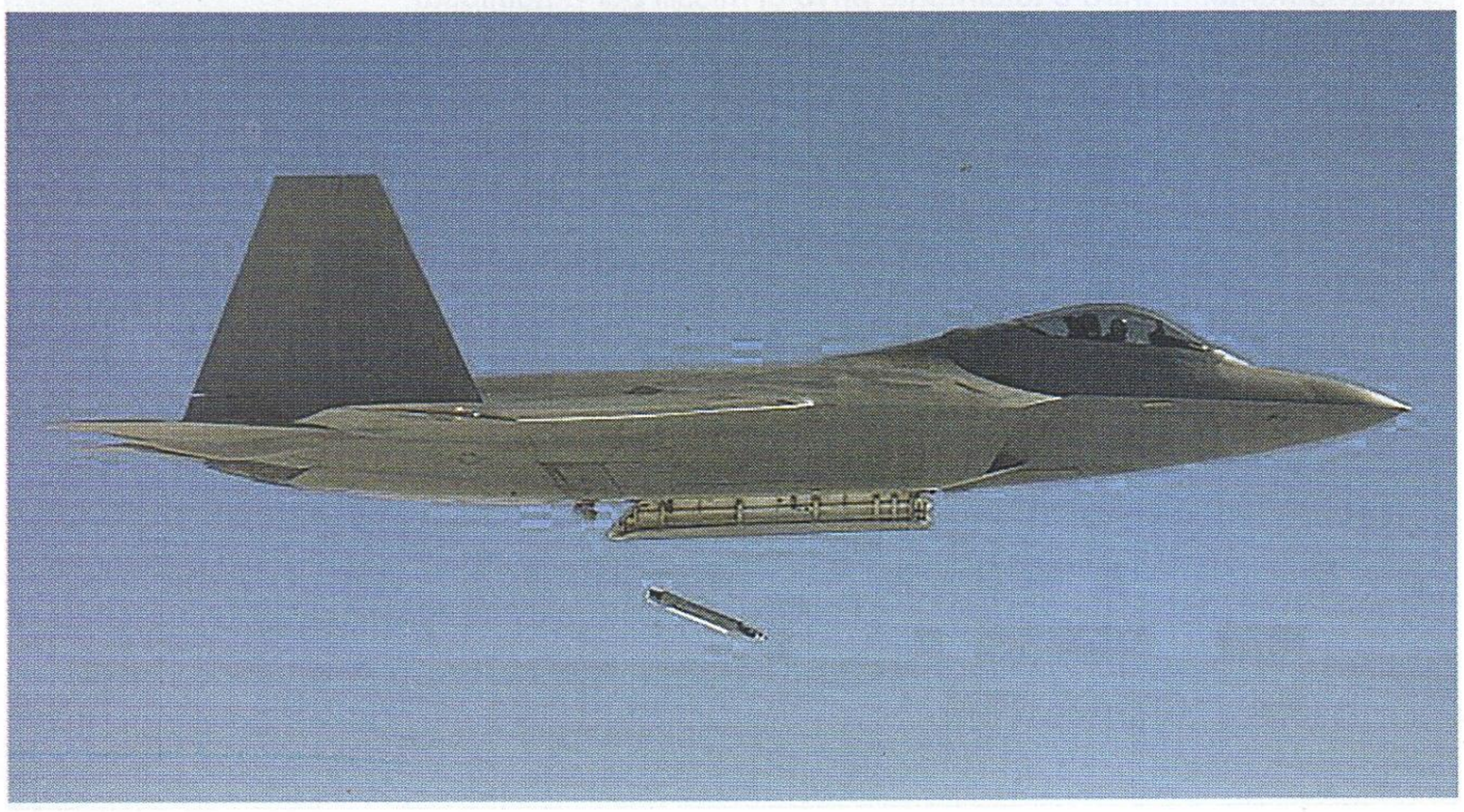
## Studi per un FB-22 da bombardamento



*Artist's Concept dell'FB-22.*

Tra il 2002 e il 2006, la Lockheed Martin effettuò un serie di studi per un possibile bombardiere nella classe di peso "media" (F-15E, 37 t di peso al decollo, o meglio F-111, 45 t di peso) basato sull'F-22. Si parlò, tra le altre cose, anche di un possibile requisito USAF per 150 unità.
L'FB-22, così era denominato, sarebbe stato biposto, con fusoliera anteriore allungata di circa 1,5 m e, per risparmiare peso, non sarebbe stato dotato degli ugelli a spinta vettorabile dell'F-22. Anche i motori, candidati il Pratt & Whitney F135 ed il General Electric/Rolls-Royce F136 (il cui sviluppo era stato lanciato per il programma JSF) sarebbero stati meno ottimizzati per il volo di crociera supersonico a vantaggio di una maggiore efficienza a regime subsonico ai fini di un maggiore raggio d'azione nelle missioni di bombardamento.
Nelle varie idee elaborate per il progetto, l'elemento di massima differenziazione era l'ala, che nelle diverse configurazioni studiate per il bombardiere era in genere a delta di grandi dimensioni e con eliminazione dei piani di coda orizzontali (in alcune configurazioni anche di quelli verticali), la cui superficie, in alcuni casi, era anche (circa) tripla rispetto ai 78 $m^2$ di quella dell'F-22. La necessità di portare una quantità di carburante molto maggiore, almeno l'80% in più rispetto a quella imbarcata sull'F-22, era uno dei motivi di questa scelta. Nei vari studi, infatti, l'obiettivo di prestazione, fondamentale per un bombardiere, sia pure non strategico, non può che essere il raggio d'azione per colpire in profondità il territorio nemico con un adeguato carico bellico. Nelle vari iterazioni dell'FB-22, questo raggio d'azione era stato calcolato in circa 3.350-2.900-2.700 km a seconda del profilo di missione che prevedeva, nel primo caso, di effettuare tutta la missione a velocità subsonica, mentre negli altri 2 il profilo prevedeva una fase di penetrazione supersonica, a Mach 1,5, rispettivamente per 50 o 100 miglia nautiche (~ 90 o 185 km). Si riprendevano quindi in pratica i profili di missione previsti per il caccia, senza però, ovviamente, il segmento del combattimento aereo con i relativi alti consumi. La capacità di trasporto di armamento di caduta era prevista in circa 6.800 kg o il doppio, 13.600 kg, rispettivamente per un carico che assicurasse una configurazione a minima riflettività radar, stimata inferiore a quella dell'F-22, o che non richiedesse la stessa, quindi azione su aree nemiche a ridotta minaccia. Oltre all'utilizzo delle 3 stive interne presenti nella fusoliera dell'F-22, eventualmente con portelleria "gonfiata" per consentire il trasporto anche di bombe guidate da 2.000 lb (l'F-22 è limitato a quelle da 1.000 lb) erano previste fino a 4 lunghe stive subalari con caratteristiche di bassa riflettività radar. La capacità di trasporto massima delle piccole bombe SBD, già previste proprio per il trasporto in stiva interna negli F-35 e F-22, poteva superare le 30 unità.
Una qualità dell'FB-22 sarebbe stata inoltre il possesso di una buona capacità di autodifesa, non per niente l'origine del progetto era pur sempre il caccia F-22, con capacità di manovrare a valori di "g" intorno a 6 e portando almeno un paio di missili aria-aria AIM-120 per autodifesa.

***Un F-22 di Edwards ritratto mentre effettua lo sgancio di una bomba GBU-39 Small Diameter Bomb (SDB) da 250 lb (110 kg). La stiva del velivolo può accogliere 8 SDB al posto delle 2 JDAM da 1.000 lb (454 kg).***



data-link ma con emissioni non rilevabili dal nemico, con aerei di modello diverso dall'F-22. Questa limitazione è, tra l'altro, aggravata dai pochi F-22 operativi che quindi spinge in certi casi i comandi operativi a farli operare insieme a caccia "legacy" quali F-15 ed F-16.
Questa nuova capacità di carattere tattico deriva direttamente, e ancora una volta, dalla sinergia tra le sue prestazioni di volo, in questo caso in particolare la quota di volo tipica, unita alla sua minima osservabilità – leggi sopravvivenza in ambiente A2/AD – e alla capacità dei suoi sensori attivi e passivi, soprattutto nello spettro elettromagnetico.
Ci riferiamo alla possibilità di operare come un mini-AWACS (E-3 SENTRY), in funzione picchetto radar e posto comando volante e mini-RIVET JOINT (RC-135) con funzioni di sorveglianza, acquisizione bersagli e spionaggio elettronico. Rispetto a questi grossi aerei, senz'altro molto più capaci ma che, per sopravvivere, devono stare in pattugliamento ben al di fuori del raggio d'azione dei caccia e del raggio d'ingaggio dei sistemi contraerei nemici, l'F-22, pur con portata minore dei suoi sensori, offre innegabili vantaggi. Esso può posizionarsi, in sicurezza, molto più avanti verso il nemico che non i grossi aerei citati, per almeno 200 - 300 km (e forse più), scoprendo, identificando, acquisendo e trasmettendo i dati dei bersagli, con buona accuratezza data la minore distanza, e anche indirizzando aerei da combattimento di minori capacità (leggi F-15 e F-16), ad impegnare i bersagli selezionati come prioritari. La sua funzione in questo contesto è di generare il cosiddetto EOB (Electronic Order of Battle) da una posizione ravvicinata all'area delle operazioni e svolgere la funzione di comandante tattico in prima linea. Il posizionamento dell'F-22 davanti alla zona di stazionamento di AWACS, RIVET JOINT, ma anche degli ancor più necessari aerorifornitori – vera linfa vitale per i caccia, e il cui abbattimento porterebbe in casi estremi alla totale perdita dell'unità – lo pone così in condizioni di effettuare una forma di scorta indiretta (o copertura) dei suddetti aerei, proprio dalla direzione da cui può provenire l'attacco. Grazie a queste capacità di comando e controllo tattico "in loco", anche dopo l'esaurimento delle proprie "munizioni" di bordo, l'F-22 può quindi ancora dare, se necessario, un valido contributo nell'evoluzione del combattimento.
A questo punto, non può tuttavia sfuggire che una versione biposto, anche con ridotto carico di "munizioni" svolgerebbe la missione con maggiore efficacia. Infatti, i Su-30 russi, guarda caso biposto, risultano svolgere già da tempo una funzione analoga pur essendo privi di qualità "stealth" e di armamento interno.
Va messo in rilievo che queste capacità operative particolari, proprie al solo F-22 (e in misura diversa e minore all'F-35), sono state dimostrate e messe in risalto sin dalle prime esercitazioni complesse, tipo NORTHERN EDGE e RED FLAG, alle quali i reparti equipaggiati con il RAPTOR hanno partecipato,

cooperando da un lato, e opponendosi dall'altro, ad aerei di certo con ottime capacità, ma di tipo tradizionale, ovvero F-15, F-16 e F/A-18. Periodicamente infatti reparti di F-22 partecipano alle numerose esercitazioni del tipo citato, tra forze "amiche" e "nemiche", alle quali in genere sono presenti aerei di tipo diverso e appartenenti anche ad Aeronautiche di altre nazioni. Da quanto dichiarato dagli organi ufficiali americani, l'F-22 ha continuato a prevalere in maniera assoluta, in particolare contro F-15 e F-16. Va anche aggiunto che le dette esercitazioni sono state utili per elaborare e sperimentare differenti tattiche d'impiego possibili e diverse da quelle implementabili dagli altri aerei, il tutto al fine di un ottimale utilizzo del RAPTOR.

Detto questo, il battesimo del fuoco "ufficiale"... per l'F-22 è alla fine avvenuto solo il 23 settembre 2014 con missioni d'attacco al suolo, effettuate sganciando bombe GBU-32 JDAM (Joint Direct Attack Munition) a guida GPS contro obiettivi dell'ISIS in Siria. Di fatto, in un ruolo secondario per un caccia da superiorità aerea. Inutile dire che davanti all'idea di utilizzare un aereo di tale livello (e costi) per sganciare un paio di bombe i commenti sono stati pesanti, soprattutto in ragione dei bersagli non meritevoli di tale, costosissima, attenzione. Ma è altrettanto doveroso dire che la spinta a tale azione è stata una conseguenza indiretta delle critiche provenienti proprio dagli stessi ambienti che avevano sostenuto la sostanziale inutilità dell'F-22 perchè tale aereo, in servizio già da anni, non era stato ancora impiegato operativamente, per esempio in Libia, Afghanistan o Iraq.

È opinione dell'autore che l'impiego di un aereo con tali capacità aria-aria per sganciare qualche bomba, su bersagli, si fa per dire, classe "talebano sull'asinello", o fuoristrada/autocarro con arma da 14,5 o 23 mm, sia una follia economica – e non solo. Del resto, va pure tenuto in considerazione che il numero di F-22 costruiti è certamente limitato, a fronte degli impegni mondiali degli USA, e ciò imporrebbe di preservarlo per eventuali utilizzi contro nemici più "seri". A questo proposito non è casuale che, nelle interviste ai piloti e ai comandanti dei (pochi) reparti di F-22, ricorre sistematicamente l'affermazione, diretta o tra le righe, che siano pochi gli F-22 in servizio e che la loro presenza sparpagliata tra le basi americane nel mondo è molto ambita per il suo effetto "force multiplier" rispetto a reparti con aerei di Quarta Generazione.

Alla fine, solo nell'agosto 2016 si è avuta la prima azione aria-aria con l'intercettazione di 2 Su-24 siriani, senza però che si arrivasse al combattimento. In questo caso, operando cioè entro la portata dei sofisticati sistemi contraerei siriani (di derivazione russa, tanto per intenderci), l'impiego dell'F-22 ha avuto senz'altro un significato, probabilmente anche per mostrare bandiera e per "electronic intelligence" di cui è capace, con l'integrazione progressiva di sempre nuove funzioni e capacità.

**CARATTERISTICHE F-22 RAPTOR**

| | |
|---|---|
| **Dimensioni:** | |
| lunghezza | 18,90 m |
| apertura alare | 13,56 m |
| altezza | 5,09 m |
| superficie alare | 78,04 m² |
| allungamento alare | 2,36 - |
| **Pesi:** | |
| vuoto | 19.660 kg |
| decollo (missione AA) | 29.410 kg |
| massimo al decollo | 37.875 kg |
| Carico alare (AA) | 377 kg/m² |
| Carico alare (massimo) | 485 kg/m² |
| Rapp. Spinta/Peso (AA): | |
| a secco | 0,78 kgs/kg |
| con postcombustione | 1,17 kgs/kg |
| **Armamento (missione AA):** | |
| Cannone interno/numero colpi | 1x20 mm / 480 |
| Missili AA, interni | 8 n.ro |
| Missili AA, esterni | 8 (1) n.ro |
| **Propulsore:** | |
| Modello | Pratt & Whitney F119-PW-100 |
| Rapporto di Diluizione | 0,3 |
| Consumo Specifico: | |
| a secco | 0,65 kg/kgs-h (*) |
| con postcombustione | 1,65 kg/kgs-h (*) |
| Spinta, statica a livello del mare: | |
| a secco | 2x11.520 kg (*) |
| con postcombustione | 2x17.150 kg (*) |
| Carburante interno | 10.120/8.200 lt/kg |
| Frazione carburante (AA) | 28% |
| **Prestazioni:** | |
| Velocità max (in quota) | 2÷2,25 Mach |
| Crociera supersonica | 1,5÷1,8 Mach |
| Tangenza operativa | 20.000 m |
| Autonomia (con 2 serbatoi esterni) | > 2.960 km |
| Raggio d'azione | 750 km |
| Fattori di carico di manovra | + 9 / -3 g |

(*) Dati Stimati
AA = Missione Aria-Aria. Aereo configurato con: 1 pilota, pieno carburante interno, munizioni cannone, armamento standard per missione Aria-Aria: 2 x AIM-9 + 6 x AIM-120
(1) Ipotesi di trasporto di 2 missili per pilone (utilizzato da USAF e USN nell'F-14, F-15 e F-18E)

***Un F-22 in volo con i 2 serbatoi supplementari. Solo nell'agosto 2016 il RAPTOR ha effettuato la sua prima intercettazione aria-aria "reale" nei confronti dei Su-24 siriani.***

## Conclusioni

### Politiche

Nato con l'obiettivo dichiarato di contrastare la minaccia russa, l'F-22 è stato penalizzato dalla diminuita percezione di tale minaccia, soprattutto al momento del crollo dell'URSS e del successivo sfaldamento del Patto di Varsavia. Ciò portò a un fortissimo ridimensionamento della flotta degli ATF giudicata necessaria e, addirittura, alla messa in forse dell'esigenza stessa di avere un simile tipo di aereo destinato a conquistare la superiorità area – in particolare secondo la filosofia della Superiorità Aerea Offensiva (vedi RID 10/2016 pag.36) – contro un nemico di alto livello tecnologico ma anche numerico. Tuttavia, negli ultimi anni alla luce non tanto del risorgere della potenza aerea russa, quanto piuttosto dell'inaspettato sorgere di un'Aeronautica Cinese di livello tecnico sempre più elevato (soprattutto per la rapidità dei suoi sviluppi), sta riemergendo una tale esigenza . Non a caso è opinione sempre più diffusa, in ambito USAF e non solo, che il numero limitato di F-22 sia, ad oggi, la più grande limitazione operativa di cui soffre l'Aeronautica degli Stati Uniti.

### Tecniche

Ove si consideri che uno dei motivi delle dimensioni e dei pesi non certo modesti dell'F-22 è stato di certo la scelta, assolutamente giusta, di armarlo con un adeguato numero di missili aria-aria (ovvero 8, in ben 3 stive interne), sarebbe interessante studiare per simulazione un'alternativa. Questa dovrebbe valutare soprattutto la riprogettazione dell'armamento specificamente per il modo di trasporto proprio a un aereo "stealth". Andrebbero progettati ordigni compatti, almeno come sezione, soprattutto per la presenza (eliminabile?) e le dimensioni delle alette. Per esempio, introducendo TVC e razzo-statoreattore (propulsore rocket-ramjet), vedi MBDA METEOR e, grazie a ciò, trasportare le armi in un'unica stiva, eventualmente su "tamburo" rotante, come ipotizzato nell'articolo sull'armamento degli aerei stealth (RID 12/2016 pag. 44), utilizzato dai bombardieri strategici B-1B e B-2. L'eliminazione delle 2 stive laterali - oltre a ridurre peso (almeno qualche centinaio di kg tra struttura, portelli apribili, sistemi di attuazione degli stessi e trapezi per i missili), costo di produzione e manutenzione per l'eliminazione degli impianti relativi - consentirebbe d'introdurre nel volume lasciato libero, per esempio, 2 serbatoi integrali con capacità stimabile in circa 1.200-1.400 l totali. La loro posizione, leggermente avanzata rispetto al baricentro dell'aereo, potrebbe essere equilibrata introducendo dei serbatoi integrali nei cassoni strutturali delle 2 derive, cosa tra l'altro già prevista.

### Economiche

È quantomai opportuno concludere con alcune considerazioni sul problema dei costi dell'F-22, spesso citato, come anche per il B-2 (costruito solo in 20 esemplari di serie) – dall'ex Segretario alla Difesa Robert Gates tra gli altri – come la motivazione fondamentale, anche se in effetti non unica, per il taglio della sua produzione di serie dagli iniziali 750 esemplari a soli 187. In effetti, in una razionale valutazione dei tanto criticati costi dell'F-22, questi andrebbero visti a fronte del numero di esemplari costruiti e anche della ripartizione degli enormi costi di sviluppo, non ricorrenti, su una limitata produzione. Il tutto dovrebbe essere confrontato con altri programmi (inevitabile il riferimento all'F-35 previsto, solo per l'USAF in 1.763 esemplari) e, malgrado tali numeri, più l'esportazione tutt'altro che trascurabile, con un costo stimato – oggi – per il rateo di produzione a regime, pari a circa la metà (obiettivo, non certezza, al 2020 stimato intorno a 80 milioni di dollari per l'F-35A) del ben più capace F-22. Le valutazioni del costo di sola produzione per gli ultimi F-22 costruiti sono intorno a 180-185 milioni di dollari, ma che diventano oltre 300 – costo di programma – se si aggiunge la quota dei costi di sviluppo ripartita sui soli 187 esemplari di serie.

Altra considerazione, in effetti operativa, ma con forti implicazioni economiche, va fatta sull'F-22B. Questa avrebbe dovuto essere la versione biposto dell'aereo ed era prevista in sede di specifica e durante la fase di progettazione e sviluppo. Fu però poi cancellata nel 1996 nell'intento, che giudichiamo miope come molte altre decisioni finalizzate a presunte economie, di ridurre i costi di programma.

A questo punto sorge una domanda: ma quanto costa - soprattutto in usura della flotta, oltremodo numericamente modesta, e in termini di disponibilità operativa di aerei pronti all'impiego reale - fare la conversione operativa dei piloti e mantenere il loro addestramento sui pochissimi monoposto? Dei 187 F-22 costruiti pare che ben 32 siano stabilmente dedicati all'addestramento. Impiegando un biposto, in alternativa alla presenza dell'istruttore, si potrebbero far volare 2 piloti in fase di conversione o di mantenimento della "airmanship", cioè saper volare, comunque facendo maturare o consolidando una certa esperienza di pilotaggio anche per il secondo.

Alla fine, quali che siano i costi di acquisto e d'esercizio e i limiti che sempre sono presenti in qualunque sistema d'arma, in particolare se complesso, l'F-22 è realmente un aereo unico nelle sue capacità di reale dominatore (potenziale) dello spazio aereo in cui è e sarà chiamato a operare. Le limitazioni che ci sentiamo di criticare maggiormente non sono quelle del costo e della complessità, leggi carico manutentivo e impatto sulla disponibilità operativa: certe capacità hanno un costo. Piuttosto, ci riferiamo a quelle dovute a scelte politiche e valutazioni militari rivelatesi miopi ed errate che hanno portato a ondeggiamenti nella direzione del programma e nei requisiti, spesso sotto l'impulso di esigenze e percezioni temporanee non razionalmente valutate nel lungo periodo, piuttosto che nel breve termine o addirittura nell'immediato.

Le limitazioni operative che vediamo, a nostro giudizio ovviabili, sono nell'autonomia, minore di quanto previsto e oggi più che mai necessaria – vedi area del Pacifico – ma superabile con i prossimi motori in studio a ciclo variabile (e non dimentichiamo l'YF120 che questo autore, gli sia permesso dirlo, aveva "scelto" insieme all'YF-22 e ben prima dell'USAF come futura combinazione per l'ATF!) e nel, fattibile, incremento del carburante interno. Le altre limitazioni, già chiaramente espresse, sono nel non avere installato sensori passivi quali l'IRST e, ancor più, nel non avere sviluppato missili aria-aria progettati espressamente per il trasporto in stive interne occupando il minimo spazio.

***Una bella immagine di un F-22. Si è molto discusso circa i costi elevati del programma per la realizzazione di questo velivolo.***

© Riproduzione riservata

*La PMX 9x19 è la vera erede della PM-12.*

Claudio Bigatti

# La pistola mitragliatrice Beretta PMX

**La nuova pistola mitragliatrice Beretta PMX in calibro 9x19 Parabellum, che è già stata adottata dai Carabinieri, ha l'onore e l'onere di rinverdire i successi della PM-12 in un segmento, quello dei mitra, davvero competitivo. L'arma ha molte qualità quali la leggerezza, l'ergonomia e la sicurezza.**

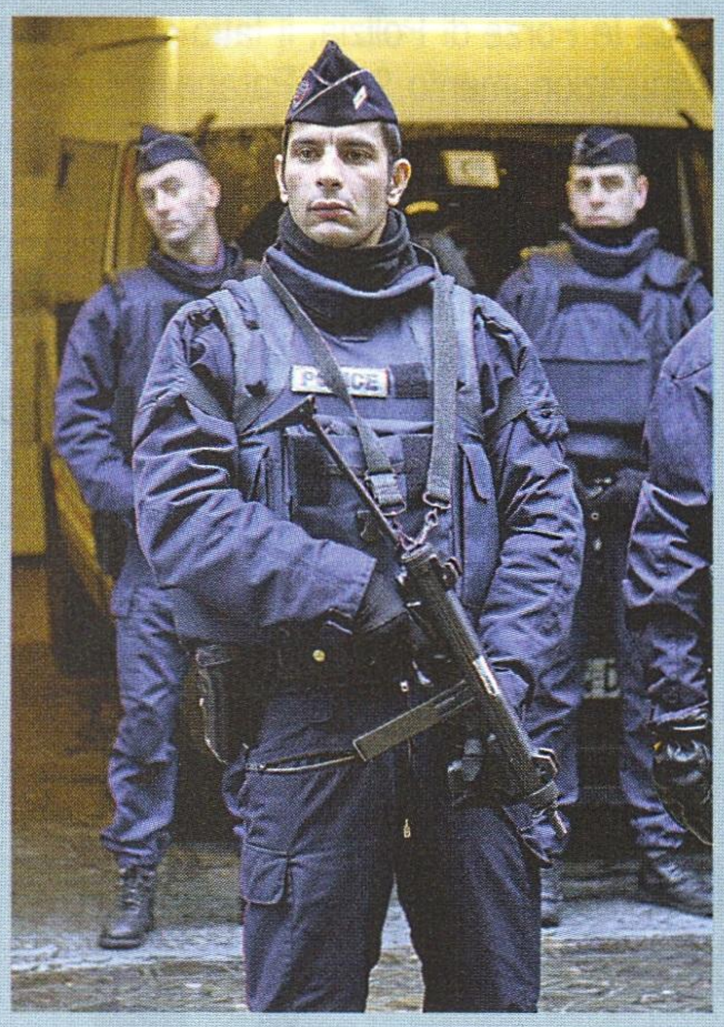
Le minacce del terrorismo internazionale hanno obbligato le forze di Polizia e di sicurezza a rivedere le proprie dotazioni i propri armamenti e tra questi, almeno in Europa (negli USA, come noto, si preferisce il fucile a pompa), un posto di rilievo lo hanno avuto le pistole mitragliatrici o SMG (Sub Machine Gun). I motivi di questo successo sono legati anche al fatto che la pistola mitragliatrice è compatta e adatta ad un trasporto prolungato, in più essa ha il grande vantaggio di utilizzare il 9x19 delle pistole in servizio: ovviamente ciò ha positive implicazioni nella gestione del munizionamento, nella logistica, nell'addestramento. In più, la balistica esteriore del 9 mm Parabellum sparato dalle pistole mitragliatrici risulta particolarmente adatta ai contesti urbani. Il rinnovato interesse verso nuove armi di questo tipo da parte di molte Forze di Polizia è anche legato al fatto che le SMG di cui sono dotate sono estremamente datate (appartengono alla "vecchia generazione"), il che rende quasi inderogabile il loro rimpiazzo a causa del raggiungimento dei limiti della vita operativa.
In ambito strettamente militare la situazione non è molto diversa, anche se la SMG è stata in parte sostituita con le versioni PDW (Personal Defence Weapon) dei fucili d'assalto in calibro 5,56x45 o .300 AAC/Blackout, nonostante si tratti di armi più difficili da controllare nel tiro a raffica. Nell'ambito delle operazioni di supporto alle Forze di Polizia (Operazione VIGIPIRATE in Francia e Operazione STRADE SICURE in Italia), svolte quasi sempre in ambiente urbano, questo tipo di PDW (o gli stessi fucili d'assalto) con il suo munizionamento può risultare troppo "esuberante". In più, la naturale compattezza delle pistole mitragliatrici semplifica il trasporto in spazi limitati come, per esempio, all'interno dei veicoli, dei mezzi blindati e degli elicotteri. Le armi di questa categoria risultano inoltre essenziali in particolari compiti militari quali il PSD (Protective Security Detail), la Polizia Militare, la vigilanza interna di siti sensibili e in alcuni impieghi delle Forze Speciali. Infine, analogamente a quanto scritto circa le Forze di Polizia, il fatto di impiegare il munizionamento 9x19 Parabellum, calibro presente da molto tempo negli arsenali militari, costituisce un ulteriore punto a favore delle SMG. Senza ombra di dubbio, nello sviluppo delle pistole mitragliatici Beretta occupa un posto d'onore: basterà ricordare in successione e nell'arco di un secolo alcuni dei suoi modelli più famosi, quali il Moschetto Automatico Beretta MAB-18 (1918), il MAB 18/30 (1930),

*Non inganni il rivestimento polimerico della PMX: utilizza infatti un fusto interno in acciaio.*

## Dalla PM-12 alla PMX

La PMX sostituirà la PM-12 e, si spera, possa anche ripetere il successo internazionale di quest'ultima.
La Beretta PM-12 venne progettata nel 1952 dall'Ing. Domenico Salza, brillante progettista a cui si deve lo sviluppo anche del FAL BM-59. L'arma entrò in produzione nel 1958 e nel 1961 venne adottata dalla Polizia Italiana e dai Carabinieri. Nel 1977 la PM-12 venne modificata, unificando la sicura e il selettore di tiro in un'unica leva, prendendo la denominazione PM-12S. La PM-12 ha presto avuto ampia distribuzione presso tutte le nostre Forze Armate e di Polizia: Esercito Italiano, Aeronautica Militare, Marina Militare, Polizia di Stato e NOCS, Arma dei Carabinieri e GIS, Guardia di Finanza, Polizia Penitenziaria e Corpo Forestale dello Stato. La PM-12, anche se ancora appartenente alla generazione delle SMG con sparo ad otturatore aperto e costruzione interamente metallica, impiega un avanzato otturatore telescopico e soluzioni avanti per i tempi ed è tuttora apprezzata per la sua robustezza e affidabilità. Di grande successo internazionale, la PM-12 è stata adottata da eserciti e forze dell'ordine in oltre 20 Nazioni, prodotta su licenza in Brasile dalla Taurus (M-972 e MT-12), in Nigeria dalla DICON (Defence Industries Corporation of Nigeria), in Francia dalla MAS (M-12S2) per la Police Nationale, in Belgio dalla FN Herstal (M-12/M-12S2) ed in Indonesia dalla PT Pindad (PM-1/PM-A1).
Nel 2011 ha fatto seguito la MX-4 STORM, derivata dalla precedente CX-4 STORM semi auto: arma progettata con ampio ricorso di polimeri e sparo ad otturatore chiuso. La MX-4, tra l'altro, verrà adottata in oltre 60.000 esemplari dalla BSF (Border Security Force), la guardia di frontiera indiana. Ricordiamo comunque, che la MX-4 STORM è attualmente nel listino della BDT – Beretta Defense Technologies.
Per quanto possa essere improprio il confronto diretto tra la PMX e le 2 SMG Beretta precedenti (generazioni diverse ... ) serve, se non altro, a mostrare quanto la PMX possa oggi offrire. La nuova arma è infatti senza dubbio la più leggera: 2,4 kg scarica mentre la MX-4 tocca i 2,48 kg e la PM-12 raggiunge i 3,2 kg. Dimensionalmente, invece, la PMX nelle configurazioni con calcio chiuso e aperto, è assolutamente sovrapponibile alla PM-12, impossibile in questo ambito, invece, il raffronto con la MX-4 STORM dato che quest'ultima adotta calciatura fissa di tipo thumbhole. La cadenza di tiro della PMX è giusto a metà strada tra i modelli precedenti: 900-1.000 colpi/minuto contro i 1.200 della MX-4 STORM ed i 550 della PM-12. La PMX, tuttavia, ha canna più corta rispetto alle altre: 175 mm contro i 312 della MX-4 ed i 200 mm della PM-12.

*La Beretta PM-12 nelle mani di agenti in borghese della scorta dell'Ambasciatore Ellsworth Bunker, dopo l'attacco all'ambasciata Americana a Saigon (offensiva del Tet, 31 gennaio 1968).*



*La PM-12 è stata adottata anche dalla Police Nationale francese: nella foto, dispiegata durante gli ultimi attacchi terroristici a Parigi.*

il MAB-38 (1938) ed i successivi 38/49 e 38/57 sino alla PM-12 e alla MX-4 STORM. Sono però passati più di 50 anni dal debutto della PM-12 e quindi intorno alla "sostituta" si era creata una notevole aspettativa. Le voci circa l'imminente presentazione di una nuova pistola mitragliatrice circolavano infatti da diverso tempo generando forse l'impressione che il programma fosse in qualche modo "in ritardo". In realtà, semplicemente, l'azienda di Gardone Val Trompia è stata impegnata nello sviluppo di 2 prodotti strategici e prioritari quali i fucili ARX-160 e ARX-200, oltre ad aver concepito e realizzato le pistole della famiglia PX-4, le pistole sub-compatte NANO, le "micro" PICO, le APX e la SMG MX-4 STORM. L'azienda era, in pratica, nel pieno di un rinnovamento complessivo di quasi tutto il proprio portafoglio prodotti dedicato al settore militare e del Law Enforcement.
Tuttavia al ritorno di interesse nei confronti delle SMG non è corrisposto un deciso rinnovamento sul versante dei prodotti. Le armi della categoria occidentali di nuova concezione sono in effetti veramente "pochine". Escludendo le nuove realizzazioni di provenienza cinese o russa le novità importanti della categoria sono soltanto la Heckler & Koch UMP (inizialmente in .45 ACP, poi .40 S&W ed infine in 9x19), che ha debuttato nel 1999, la Kriss Vector SMG, che risale al 2006, la B&T APC-9, presentata nel 2011, e la Sig Sauer MPX, realizzata nel 2013.

## L'analisi della PMX

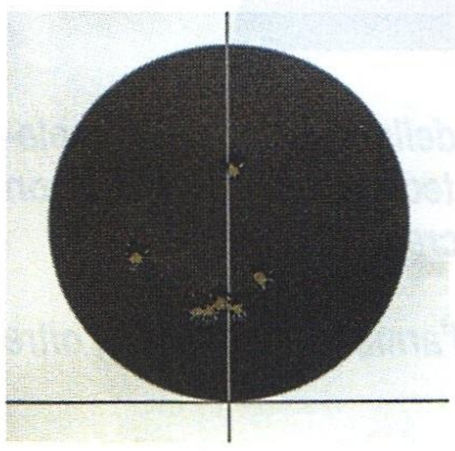
Il maggior tempo che ha avuto a disposizione Beretta ha consentito all'azienda di analizzare al meglio il mercato e di osservare attentamente le nuove (e vecchie) necessità nel settore delle SMG. Nel caso specifico della struttura della nuova PMX, per esempio, essa ha sicuramente beneficiato sia delle esperienze accumulate con la PM-12 che di quelle fatte con la MX-4 STORM: l'arma si caratterizza infatti per una struttura interna in acciaio di profilo tubolare ricoperta da una serie di componenti realizzati in tecnopolimeri caricati; il medesimo materiale plastico è utilizzato anche nella realizzazione del semicastello inferiore che comprende impugnatura, guardia del grilletto e bocchettone di alimentazione.
Il semicastello è dotato di pulsante rettangolare zigrinato posto nei pressi dell'articolazione del calciolo, sul lato sinistro e posteriormente all'impugnatura, che agisce su 2 denti di ritegno (posti in altrettanti fori quadrati collocati nella struttura) abbassandoli, consentendo lo svincolo e il ribaltamento laterale del calciolo stesso.
L'impugnatura a pistola è monolitica, con ponticello del grilletto ampio in modo da permettere l'uso dei guanti, con fianchi forniti di micro-granulatura superficiale e parte anteriore e posteriore di presa (front e backstrap) con solcature anti scivolo; infine la base dell'impugnatura è dotata di un piccolo risalto per il mignolo. Di agevole azionamento per le dita, appena sopra l'impugnatura troviamo la levetta ambidestra (è infatti presente su entrambi i lati) del selettore di tiro a 3 posizioni: una S di colore bianco per la sicura, semi auto o colpo singolo marcato con un 1 di colore rosso raffica libera con una R di colore rosso. La leva, che è ben proporzionata e pienamente compatibile con l'uso dei guanti, è dotata di una caratteristica peculiare: l'arco di rotazione da S a 1 è di circa 45° mentre quello totale tra le posizioni S (colpo singolo) e R (raffica) è di 110°. Secondo Beretta questa soluzione, espressamente richiesta dai Carabinieri, primi clienti della PMX, serve per scongiurare qualsiasi passaggio "involontario" o "inavvertito" a tale posizione. E' comunque possibile ricollocare le selezioni su differenti archi senza difficoltà

e su specifica richiesta (beninteso sempre da parte di un cliente istituzionale).
Di fronte al grilletto troviamo un pulsante rettangolare zigrinato che consente lo sgancio del caricatore. Tale pulsante risulta sotto profilo, ossia protetto dal bocchettone di alimentazione (che è più sporgente rispetto alla sezione del grilletto): inoltre, sul bocchettone davanti al pulsante è collocato un risalto a forma di V che protegge maggiormente il pulsante di sgancio (ed evita azionamenti involontari).
Proprio sopra tale pulsante e in prossimità del semi castello superiore è collocata la levetta blocco-sblocco dell'otturatore o hold open (definita nella manualistica della PMX, "palmetta leva avviso"), che ha una forma rettangolare e che è allineata all'asse della canna.
Tra il raccordo di quest'ultima e il bocchettone di alimentazione vi è una spina passante e prigioniera: si tratta dell'articolazione e del perno di smontaggio dei 2 semicastelli.
Sul lato destro dell'arma rispetto al sinistro, vi sono i medesimi comandi di selezione e sgancio caricatore (quindi tutti i comandi sono sdoppiati): su questo lato, però, la leva per lo sgancio del caricatore è di dimensioni molto maggiori. Tra la finestra di espulsione e la base del bocchettone di alimentazione troviamo inoltre una protuberanza ad uncino, appendice su cui si va ad incastrare, tramite sede corrispondente, il fermo di ribaltamento della calciatura.
Quest'ultima, sempre in polimeri, è scheletrata, ben allineata all'asse dell'arma e con calciolo in gomma anti-scivolo: Beretta premette che sono comunque allo studio differenti configurazioni tra cui una ribassata per impiego di elmetti con visiere anti-riots o balistiche.
La PMX integra ben 5 attacchi per cinghia su ciascun lato con 3 QD cup (Quick Detach cup) integrali nella calciatura e 2 anelli in acciaio situati al principio del fusto ed in prossimità della volata.
La canna - avvitata nella parte frontale della struttura interna tubolare tramite un dado, è prodotta tramite rotomartellatura a freddo ed è fornita di 6 rigature tradizionali ad andamento destrorso con passo di rigatura 1:254 mm (1:10 pollici) - è lunga 175 mm (6,8 pollici). Sulla volata, poi, vi sono 3 tenoncini integrali, utili per l'aggancio rapido dei moderatori di suono Brügger & Thomet (B & T).
Il corpo cilindrico del fusto interno presenta sul lato destro l'apertura della finestra di espulsione e una pista per lo scorrimento del tiretto di armamento; tale pista è presente anche sul lato sinistro visto che vi è possibilità di reversibilità. Il fusto interno, inoltre, risulta scavato inferiormente in modo da lasciare passaggio al cane interno e con apertura posteriore per l'inserimento del corpo dell'otturatore. Anteriormente al fusto cilindrico, e nella sua parte inferiore, vi è un tassello forato: si tratta dell'interfaccia di articolazione tra il semicastello superiore e quello inferiore con bloccaggio tra le parti, tramite spina passante.
L'otturatore, ovviamente cilindrico, scorre

***L'arma, come mostrato in foto, può sparare anche con calcio ripiegato.***

***La leva di hold open (spostata in alto) ha anche funzione di rilascio se portata in basso.***

all'interno del fusto e di conseguenza la frizione tra le 2 parti è sempre acciaio contro acciaio. Nella parte posteriore dell'otturatore sono presenti 2 piccole forature entro cui si inseriscono le 2 molle di recupero fornite di puntalini, montate a loro volta su 2 corte guide metalliche assemblate su un disco metallico.
Il complesso delle molle di recupero si inserisce e viene fermato al fusto grazie ad un tappo di culatta che si avvita sul corpo; interposto tra il tappo di culatta e il disco-supporto delle guide vi è una ghiera in acciaio con 2 occhielli che spuntano ai lati del profilo e che forniscono ulteriori agganci per eventuali morsetti della cinghia.
L'otturatore è macchinato inferiormente e nella sua parte posteriore presenta uno scasso da cui spunta la testa del percussore su cui va a battere il cane interno; anteriormente al corpo dell'otturatore vi è un recesso circolare che è in pratica la faccia dell'otturatore. Al centro di

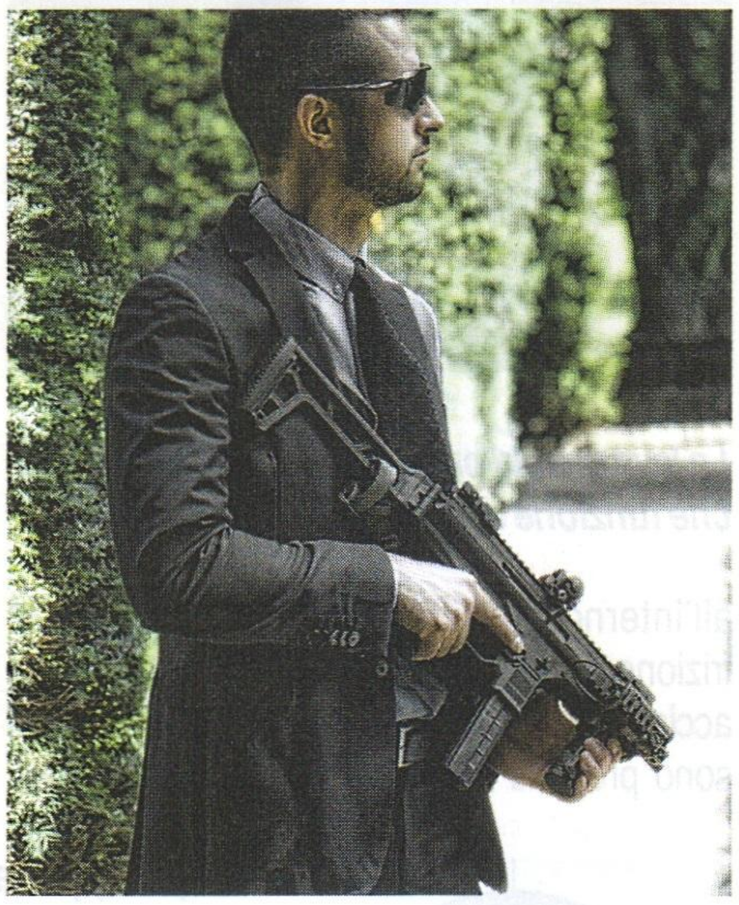


***Dopo appena 2 colpi di assestamento in prova, in tiro meditato e alla distanza di 25 m, l'arma ha realizzato una rosata di 5 colpi in 39 mm (in basso) ma con 4 colpi tangenti distanti da centro a centro solo 20 mm.***

***Con calcio esteso la PMX misura 640 mm.***

***La leva di selezione offre un arco di rotazione tra la posizione S-Sicura e R-Raffica di circa 110°. Questo per evitare il passaggio, inavvertito o accidentale, al fuoco automatico.***

questa si nota il foro di passaggio della punta del percussore e a sinistra l'unghia estrattrice caricata a molla.
Nella parte inferiore dell'otturatore è presente sulla sua sinistra una guida scavata entro cui scorre l'espulsore (fissato al fusto); con l'arretramento dell'otturatore a seguito dello sparo, l'espulsore sopravanza la faccia anteriore e picchia contro il fondello del bossolo sparato provocandone l'espulsione attraverso la finestra. Per il riposizionamento del tiretto di armamento sui fianchi dell'otturatore si trova un'opportuna foratura: in caso di necessità è dunque possibile inserire il tiretto nella sede prescelta in modo da avere l'armamento sul lato preferito.
Con i dovuti distinguo, l'organizzazione delle molle di recupero e la forma dell'otturatore ricordano in qualche modo l'M-3 GREASE GUN, anche se quest'ultimo sparava ad otturatore aperto.



***La compattezza della PMX consente impieghi di PSD – Protective Security Detail con porto anche discreto.***

***L'Autore durante la prova nel balipedio interno della Beretta: l'arma ha dimostrato, oltre alla precisione, un'ottima controllabilità nel tiro a raffica.***

La struttura tubolare interna in acciaio è coperta superiormente da un guscio polimerico fornito di una slitta MiltStd 1913 in alluminio su cui sono installate le mire ribaltabili (flip up) e senza sistema di blocco, in modo da poter essere messe in opera (o ribaltate) velocemente. La sovrastruttura polimerica è stabilmente fissata alla struttura interna tubolare tramite 2 viti Allen. Sul lato destro della sovrastruttura, e in corrispondenza delle lavorazioni di asporto interne, vi sono aperture omologhe quali la finestra di espulsione ed una più sottile pista per lo scorrimento del tiretto d'armamento. Sul lato opposto, invece, è presente unicamente la pista di scorrimento del tiretto.
Il mirino anteriore è a lama protetta lateralmente e per la sua regolazione necessita di una apposita chiave a L (in dotazione): ruotando in senso orario la vite di fianco alla lama si sposta il punto d'impatto in basso; ruotando in senso antiorario, lo si sposta invece verso l'alto. La regolazione avviene a scatti di 1,2 Moa (0,36 Mils) che corrispondono a 9 mm a 25 m con arco totale di regolazione di 45 scatti, pari a circa 400 mm a 25 m.
Per la regolazione della mira a diottra ("peep sight"), bisogna agire su una vite posta sul lato destro: con rotazione in senso orario si sposta il punto d'impatto verso destra, con rotazione in senso antiorario si sposta il punto d'impatto verso sinistra. La regolazione (il cui range è di 120 scatti pari a circa 360 mm a 25 m) con scatti di 0,4 Moa (0,12 mils), corrispondenti a 3 mm a 25 m. Anche con mire abbassate si hanno ancora a disposizione delle mire di emergenza integrate fisse e a basso profilo, dotate di riferimenti circolari bianchi. L'azienda sottolinea che, in certe offerte inclusive, l'arma può essere fornita di micro red dot Steiner EOPTICS MRS.
All'interno del semicastello inferiore (nella manualistica PMX, definito scatola scatto) inserito il pacchetto di scatto con il cane. Di fronte ad esso, e alla sua sinistra orientato verso il canale di alimentazione, si trova l'espulsore fisso a lamina.
Le guide per accessori MilStd 1913 (rails) sono 3: sulla linea di mira sopra il semicastello superiore e lunga quanto il fusto; ce n'è una da 32 scanalature; 2 tratti metallici amovibili da 8 scanalature sono presenti sui fianchi mentre inferiormente ed integralmente al guscio polimerico vi è un'ulteriore guida da 7 scanalature. La guida superiore è ovviamente utilizzabile per i sistemi di mira diurni o notturni, le guide laterali solitamente vengono occupate da moduli di illuminazione/designazione con proiezione visibile-IR mentre sulla porzione inferiore viene solitamente fissata una impugnatura.
L'arma impiega caricatori bifilari polimerici da 30 colpi traslucidi, con possibilità quindi di osservare l'autonomia dei colpi nel serbatoio anche come eventuali anomalie della molla o incrostazioni. Risultano attualmente in sperimentazione nuove versioni e con capacità diverse, sempre polimerici ma con imboccatura e labbra in lamiera di acciaio stampata e ripie-

gata. La PMX, che misura complessivamente 640 mm con calcio aperto e solo 418 mm con calcio chiuso, è una pistola mitragliatrice compatta e bilanciata in entrambe le sue configurazioni; data la geometria nel ribaltamento della calciatura si può tranquillamente sparare anche con il calcio ribaltato. Beretta ha infatti studiato gli ingombri della PMX cercando di rispettare grosso modo quelli della PM-12, sia per sfruttare le predisposizioni già esistenti su alcuni veicoli sia per non aumentare lo spazio di stivaggio.

Grazie ad una lunghezza limitata con calciolo ribaltato, l'arma è anche facilmente occultabile e si può celare sotto giacconi pronta all'azione: opportunità, quella della discrezione, particolarmente apprezzata dai protective security detail.

Riguardo al sistema di funzionamento va detto che la scelta della chiusura labile (a massa) sottolinea la particolare attenzione dell'azienda in merito a semplicità ed affidabilità; tale soluzione, tra l'altro e non a caso, continua ad essere oggi la più adottata dalle SMG.

L'adozione del sistema di sparo ad otturatore chiuso, unitamente alla percussione tramite cane interno, garantisce sicurezza aggiuntiva, oltre che maggiore precisione. L'arma ha inoltre sicura automatica al percussore (sistema analogo a quanto impiegato nelle pistole semi-automatiche) che previene anche la partenza di colpi accidentali in caso di caduta dell'arma. La PMX ha una cadenza di tiro di 900-1.000 colpi al minuto; quando si scende parecchio con i pesi o con le dimensioni il rateo tende a salire, posto che si voglia evitare per svariate ragioni (complessità costruttiva, affidabilità) il ricorso ad un rallentatore della cadenza (come sulla CZ Vz. 61 SKORPION). Tuttavia tale cadenza non è affatto un limite, se l'arma risulta controllabile in fuoco automatico come la PMX. Consideriamo inoltre che per uso di Polizia è certamente più indicato il ricorso al tiro semi-auto mentre in ambito militare e specialistico il tiro a raffica diventa un'opzione più necessaria. Altro aspetto importante nella PMX, grazie ad un'attenta progettazione del gruppo di sparo e della sua geometria, è la fluidità dello scatto: con pochissima pratica, infatti, è possibile in tiro automatico realizzare raffiche molto brevi da 2 o 3 colpi. Non solo, in caso di interesse specifico di eventuali enti, l'aggiunta di una posizione di selezione con raffica limitata a 2 o 3 colpi (esistono già alcune SMG con tali opzioni ...) è assolutamente fattibile.

## Smontaggio e prova a fuoco

Diciamo subito che lo smontaggio non necessita di attrezzi e risulta anche abbastanza intuitivo. Dopo aver estratto il caricatore e controllato lo status della camera, si arretra l'otturatore armando il cane, si posiziona la leva in sicura (posizione S) e si preme la spina di articolazione passante presente sul fusto da destra a sinistra sino alla fine della sua corsa,

***La PMX è fornita lateralmente di 2 guide MilStd 1913 in alluminio; quella inferiore su cui è montata l'impugnatura anteriore, invece, è integrale al fusto polimerico. Notare anche i tenoncini sulla canna per l'aggancio rapido dei moderatori di suono B&T.***

***A sinistra: vista posteriore del semicastello superiore separato dalla scatola di scatto e privo dell'otturatore. Dietro si evidenzia la filettatura del tappo di culatta. A destra: anche se piegate, le mire sono comunque dotate di tacche di back up.***

posizione nella quale rimarrà agganciata.
Si spinge poi il semicastello superiore in avanti, lo si sgancia dai fermi stampati nel fusto e lo si separa ruotandolo leggermente verso l'alto.
A questo punto il tappo di culatta risulta esposto e si procederà al suo svitamento; successivamente si estrae la ghiera con i 2 occhielli per la cinghia e si estrae il gruppo delle molle; si allinea il tiretto di armamento al foro circolare presente alla fine della pista e lo

***Vista dello snodo della calciatura della PMX.***

***Smontaggio primario della PMX. In alto il semicastello superiore o carcassa. Sotto, e da sinistra a destra: anello per attacchi cinghia, tappo di culatta e tiretto d'armamento. Sotto ancora, e da sinistra a destra: gruppo molle di recupero e otturatore, infine il semicastello inferiore; tale perno è dotato di boccola interna in ottone. Sotto: vista inferiore del fusto metallico con annessa canna avvitata.***

**Scheda tecnica**

| | |
|---|---|
| Produttore | BDT - Beretta Defense Technologies |
| Modello | PMX |
| Calibro | 9x19 |
| Lunghezza canna | 175 mm (6,8 pollici) |
| Rigatura | 6 rigature destrorse, passo 1:254 mm (1:10 pollici) |
| Funzionamento | chiusura a massa, sparo ad otturatore chiuso con selettore |
| Sicure | al selettore sul fusto, automatica al percussore, anti caduta |
| Estrattore | a unghia |
| Espulsore | fisso, a lamina |
| Rateo di fuoco | 900-1.000 colpi/minuto |
| Lunghezza arma | con calcio piegato 418 mm, con calcio aperto 640 mm |
| Peso a vuoto | 2.400 g |

si estrae a sua volta dal corpo dell'otturatore. Ricordiamo che queste operazioni sono anche quelle necessarie per spostare il tiretto di armamento sul lato opposto. Una volta estratto il tiretto d'armamento, l'otturatore, ormai privo di vincoli, si sfila posteriormente. Il tiretto di armamento reversibile, reciprocante e fornito di uno scasso semicircolare, va a posizionarsi in un corrispondente foro nel corpo dell'otturatore e viene bloccato dall'inserimento delle molle di recupero.

Per la prova dell'arma, Beretta ci ha dato ampia disponibilità consentendoci di effettuare una serie di tiri (contro sagome poste alle distanze di 25 m e 15 m) all'interno del balipedio aziendale.

Nel maneggio iniziale si apprezza immediatamente l'attento studio ergonomico dell'arma: impugnatura con angolazione naturale, di congrue proporzioni e buon grip, selettore facilmente raggiungibile ed operabile con la e voluta eccezione della posizione di raffica, (questa infatti è raggiungibile solo dopo lunga rotazione del pollice); è davvero impossibile ingaggiarla inavvertitamente. Gli sganci ambi-

***Fasi di smontaggio successive, da sinistra a destra: si svita il tappo di culatta, si rimuove l'anello con gli attacchi per la cinghia, si estrae il gruppo delle molle, si rimuove il tiretto d'armamento e infine si sfila l'otturatore.***

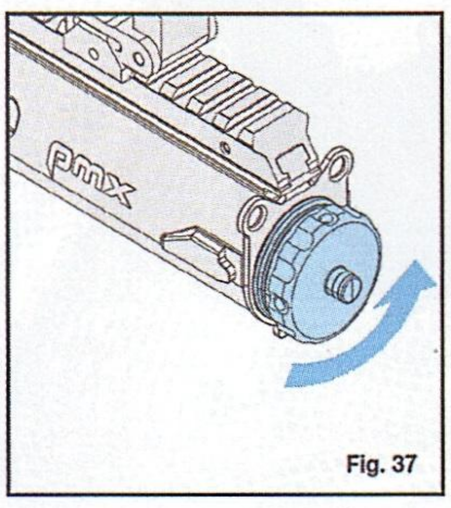


Fig. 37

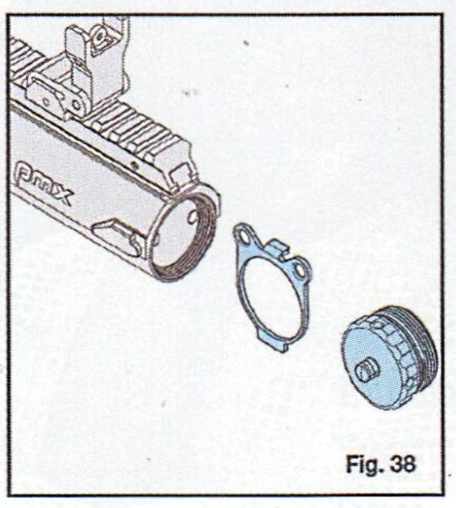


Fig. 38

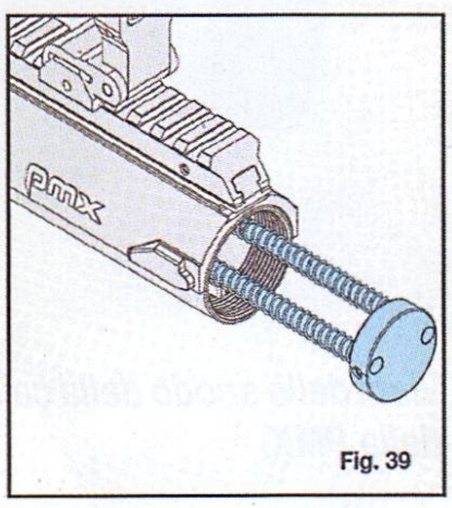


Fig. 39

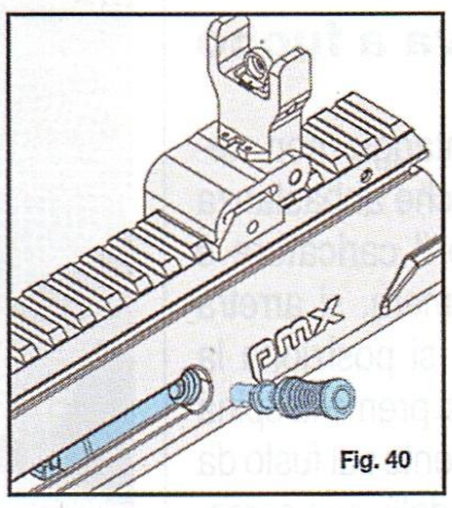


Fig. 40

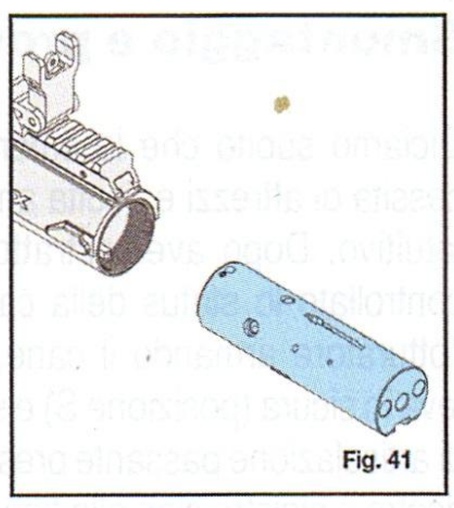


Fig. 41

destri del caricatore sono altrettanto facilmente raggiungibili con il dito indice, pratico inoltre il tiretto di armamento: non spunta oltremodo dal profilo dell'arma e risulta ben conformato. Agevole anche l'apertura ed il ribaltamento del calciolo che, pur non essendo (al momento) estensibile, garantisce buona imbracciata e appoggio per la guancia.

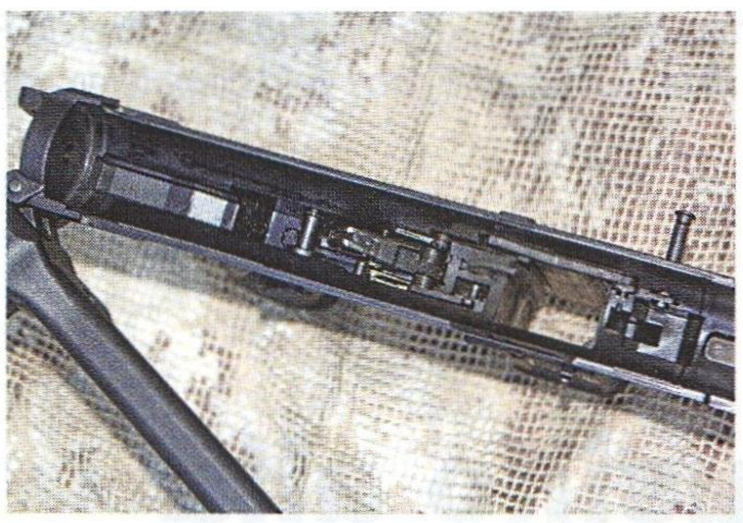
La prova inizia con tiro lento e mirato alla distanza di 25 m con sole mire metalliche e con montaggio di un'impugnatura anteriore. Dopo alcuni colpi di assestamento, un raggruppamento di 5 colpi risulta inscritto in 39 mm da centro a centro e con 4 fori tangenti: possiamo parlare quindi di una buona precisione soprattutto in relazione alla categoria dell'arma. Lo scatto risulta liscio nella sua corsa e piuttosto netto e, sempre per questa categoria, davvero buono; il peso di scatto è valutabile intorno ai 2.500 g o poco di più. Passiamo poi a una serie di 10 colpi, più cadenzati, che risultano inscritti in rettangolo di 110x100 mm nel nero del bersaglio, ulteriore conferma della precisione e relativa controllabilità in questa modalità di tiro.

Nella prova con tiro a raffica il bersaglio viene avvicinato a 15 m in modo da rilevare più velocemente la dispersione che risulta contenuta. Ci ha impressionato, nonostante si trattasse di un primo contatto con la PMX, la facilità nel limitare le raffiche a 3 colpi semplicemente, "modulando" la pressione sul grilletto; il rilevamento nei 3 colpi è minimo, si impenna leggermente quando intenzionalmente abbiamo voluto esplodere raffiche più lunghe di 4 o 5 colpi trattenendo di più il dito sul grilletto. La postura nel caso del tiro automatico necessita solo di normali accorgimenti come calciatura ben chiusa dalla spalla, salda presa sulle impugnature e baricentro leggermente spostato in avanti. Abbiamo anche cercato di complicare di volta in volta il funzionamento dell'arma, cambiando rapidamente sequenze di tiro e adottando posture più rilassate: non si sono però registrati malfunzionamenti di sorta. La PMX, ovviamente, non è certo giunta a questa prova senza i vari test di valutazione e controllo, prove interne e di qualifica, ma di fatto, e soprattutto nel caso di prove estemporanee da parte dei giornalisti di settore, trovare una SMG che funzioni alla perfezione senza sorprese ... non è poi così scontato.

## Analisi finale

Nella costruzione della PMX si è evidentemente attinto alle precedenti esperienze sia della PM-12 che della MX-4 STORM; la nuova arma appare quindi come un'intelligente evoluzione delle medesime. La robustezza assicurata da un fusto interno in acciaio, ma protetto da un guscio polimerico, la scelta di fusto ed otturatore a sezione cilindrica e lavorazioni che velocizzano e semplificano la produzione, nonché l'impiego dei polimeri anche per il semi castello inferiore sono soluzioni che concorrono tutte quante al contenimento dei costi, necessità importante per competere oggi

***In ambito militare le SMG "moderne" hanno ancora spazio in una serie di mansioni importanti anche se specialistiche.***



***Vista superiore del pacchetto di scatto: notare il cane armato e di fronte a questo, vicino al canale di alimentazione e sulla sinistra, l'eiettore fisso***

su un mercato globale altamente competitivo. Se assommiamo poi le qualità che la PMX effettivamente esprime, come la sicurezza di maneggio, la precisione, l'ergonomia, la leggerezza, la compattezza e la controllabilità, si possono facilmente intuire le ambizioni di Beretta. Il lancio della PMX avviene comunque tramite uno storico e prestigioso "cliente": l'Arma dei Carabinieri, che ha collaborato con Beretta allo sviluppo dell'arma e che riceverà un primo lotto di 1.000 esemplari (la classificazione interna la cita come Beretta PMX D7) che andranno a sostituire le più vecchie PM-12. Trattandosi di una piattaforma moderna, la sua architettura aperta consentirà upgrade ed aggiornamenti in base ad eventuali input operativi o richieste specifiche con una adattabilità prima impensabile. Se il target primario della PMX è sicuramente il Law Enforcement, anche quello militare è un settore ove una moderna SMG può trovare degna (e utile) collocazione. Riguardo alla configurazione tradizionale della PMX, ossia con bocchettone di alimentazione anteriore al grilletto, possiamo sottolineare che è la configurazione maggiormente gradita e diffusa tra le forze di Polizia.

© Riproduzione riservata

***La PMX con moderatore di suono montato.***

*Alla fine del 2017, nel corso del "Defence Symposium 2017", organizzato dalla Angelo Podestà presso il poligono di Nettuno, è stato possibile testare il sistema HORUSS a bordo di un'automobile con i vetri completamente oscurati. (foto: Autore)*

Eugenio Po

# HORUSS, un nuovo sistema di ausilio alla guida dalla Podestà

**La società Angelo Podestà prosegue il suo cammino evolutivo che l'ha spinta a trasformarsi in sistemista, sviluppando "in casa" una serie di nuovi prodotti. L'azienda genovese, che ha oltre 70 anni di esperienza come rappresentante in Italia di grandi società della Difesa (Rheinmetall, Sagem, Sig Sauer, ecc..), oltre allo SHIVA (di cui abbiamo già scritto, vedi RID 07/16 pag. 70-73) è infatti attualmente impegnata in altri interessanti progetti.**

Il secondo prodotto sul quale Podestà ha deciso di puntare riguarda sempre il settore dei veicoli blindati, anche se questa volta l'attenzione si è focalizzata non più sull'autodifesa (scopo per il quale lo SHIVA era stato concepito), ma sul miglioramento delle capacità di visione del conduttore per renderlo in grado di pilotare efficacemente il proprio mezzo anche a portelli chiusi.

Poter guidare con efficacia restando all'interno del veicolo (quindi con il portello esterno chiuso) ha sempre costituito un aspetto cruciale nella progettazione dei mezzi militari: per lustri si è andati avanti ricorrendo esclusivamente agli iposcopi. Una soluzione che ha mostrato molte limitazioni, tanto è vero che in ogni possibile occasione i piloti cercano di "mettere la testa fuori" in modo da disporre di una visione più accurata dell'ambiente circostante.

Tra l'altro la guida, effettuata osservando il mondo esterno attraverso gli iposcopi, rappresenta un'attività estremamente faticosa che richiede sempre il massimo dell'attenzione e della concentrazione.

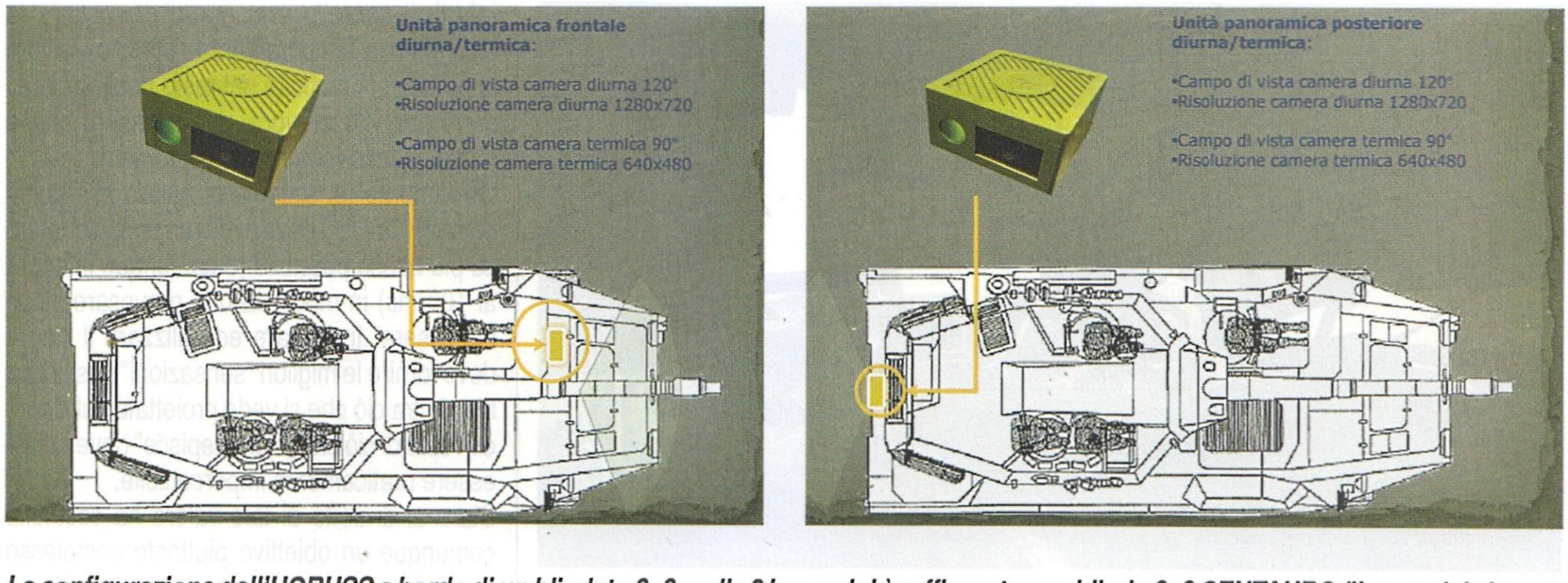
Oggi, nonostante i molti miglioramenti anche nel campo dei sistemi di visione elettro-ottici, non è stata ancora individuata una soluzione che fosse in grado di superare definitivamente l'esigenza costituita dalla possibilità di condurre il mezzo da una postazione protetta senza un eccessivo affaticamento del pilota. Su alcuni veicoli si è pensato (o si sta pensando) di utilizzare schermi a colori sui quali proiettare immagini riprese da apposite telecamere esterne: tuttavia tale approccio non ha convinto pienamente tanto che non si è diffuso.

La società Angelo Podestà, invece, ha pensato di percorrere un'altra strada, concependo e realizzando l'HORUSS (Helmet mounted Ocular Representation Under hatch Sighting System): si tratta di un sistema di visione per l'ausilio alla guida dei veicoli montato sul casco del conduttore. Tale sistema è composto da una serie di telecamere, da un'unità di elaborazione e, appunto, da un visore che viene integrato nel casco del pilota (quest'ultimo, sviluppato, progettato, realizzato interamente dall'azienda).

Nel dettaglio HORUSS, del quale per ora è stato sviluppato un dimostratore, è costituito da 5 unità sensoriali che garantiscono un'ottima visione diurna e notturna. Tali unità sono tutte fisse e quindi non ci sono parti in movimento, in tal modo si assicura un'elevata affidabilità complessiva dell'apparato (non essendoci parti mobili, vi sono minori rischi di usura o di rottura).

Per la visione del settore anteriore sono disponibili 4 unità sensoriali: una prima unità panoramica frontale diurna/notturna posta sulla piastra frontale del veicolo (ma può essere collocata anche in altre posizioni) è costituita da una camera TV diurna (con campo di vista di 120° e risoluzione di 1280x720) a cui è affiancata una camera termica non raffreddata TAU 2 della statunitense Flir System (con campo di vista di 90° e risoluzione di 640x480).

Sempre per guardare in avanti vengono poi collocate sui lati del veicolo (verso la parte posteriore, su un 8x8 come il VBM FRECCIA vengono poste poco dietro al 4º asse) 2 unità panoramiche laterali diurne e notturne che risultano molto utili per il movimento in aree compartimentate e negli spazi angusti. Ciascuna di esse offre un campo di vista di 30°, per un totale, quindi, di 60°, sia di giorno che di notte. Come in tutti gli altri casi, anche per quanto riguarda queste 2 coppie di sensori la camera TV si caratterizza per una maggiore risoluzione (1.280x720) rispetto alla camera termica (640x480). In più, l'architettura di visione esterna è completata da una quinta unità panoramica: si tratta di una camera TV

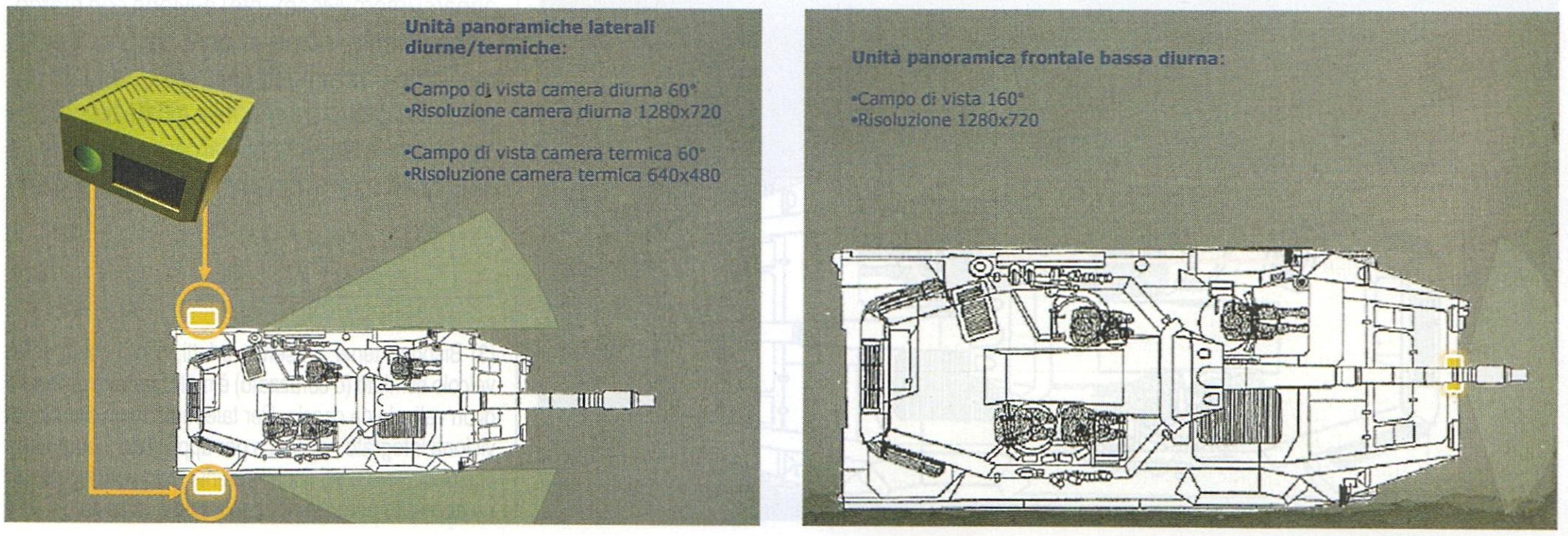



***La configurazione dell'HORUSS a bordo di un blindato 8x8: nelle 2 immagini è raffigurata una blindo 8x8 CENTAURO (il resto del sistema è raffigurato in questa pagina, in basso). A sinistra, la collocazione dell'unità panoramica frontale (con le prestazioni della camera TV e di quella IR). A destra, invece, il posizionamento e le caratteristiche dell'unità panoramica posteriore. (immagini: Angelo Podestà)***

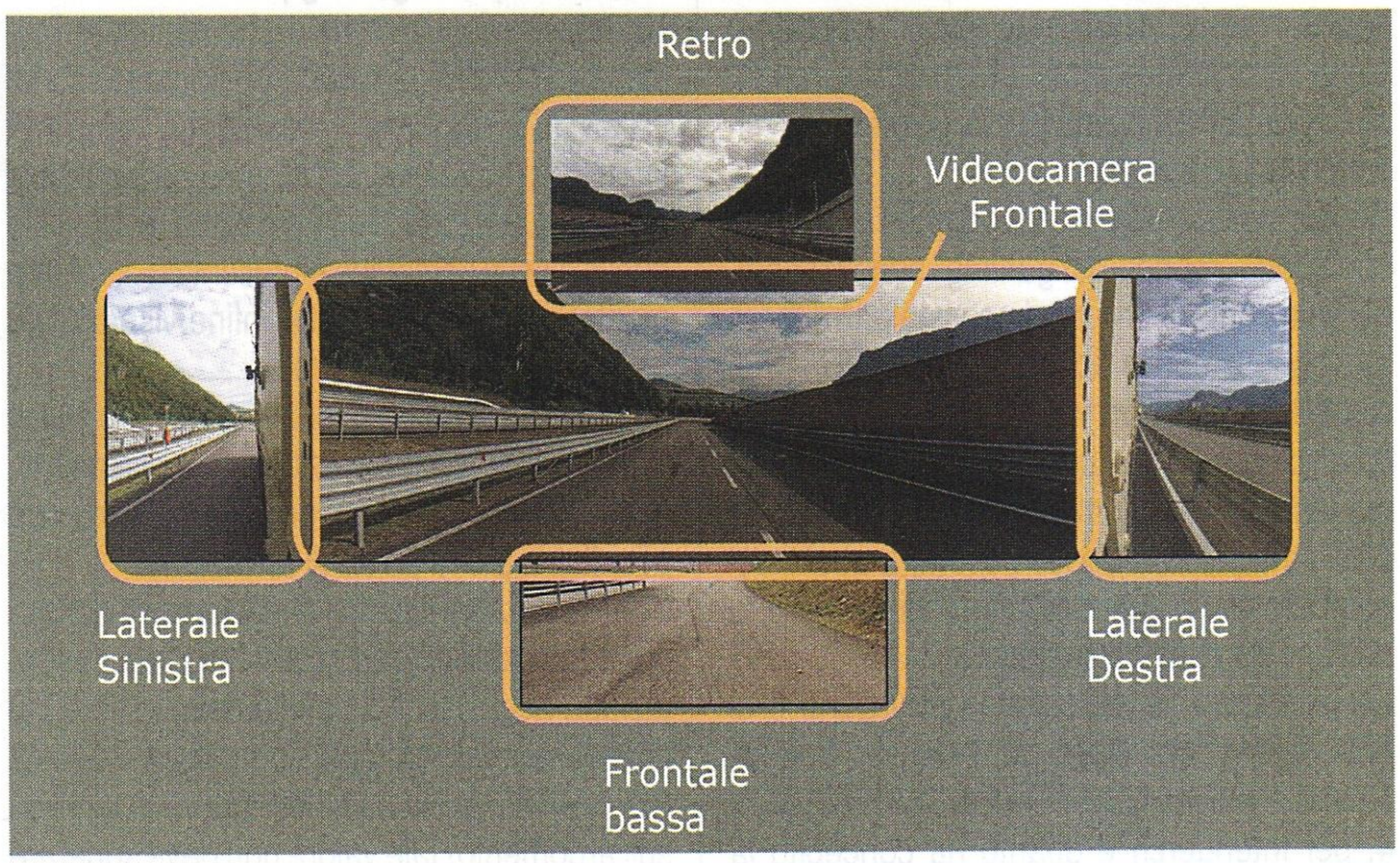
(quindi di un canale esclusivamente diurno, con un campo di vista di 160° ed una risoluzione sempre di 1.280x720) che punta verso il basso, consentendo di vedere ciò che sta qualche metro davanti al mezzo e non è inquadrato dalla camera frontale "principale" (come buche, fossi, ostacoli bassi, ecc..).
Complessivamente, quindi, tale architettura permette di ottenere, con le telecamere diurne, un campo di vista di 180° nella parte anteriore e di 120° nell'arco posteriore; con i sistemi notturni, invece, si dispone di una visione di 120° sia anteriormente che posteriormente.
Comunque, sul versante delle telecamere e dei campi di vista, il sistema HORUSS può essere modificato ed adattato alle esigenze/richieste dei clienti (si tratta infatti di un sistema pensato sin dall'inizio per essere modulare e scalabile). Il suo vero punto di forza è infatti costituito dall'essere una realtà aumentata di tipo "immersivo" (cioè nella quale l'utilizzatore viene virtualmente proiettato dentro la realtà) che è stata ottimizzata per la guida di un veicolo blindo/corazzato.
Chi conosce i moderni videogames sa che nel cosiddetto "mondo del gaming" sono disponibili soluzioni (1) che a prima vista parrebbero analoghe a quelle adottate sull'HORUSS. In realtà la guida di un veicolo, seppur costituito da un cingolato o da un blindato ruotato (quindi più lento di un automobile (2)) costituisce un problema più complesso rispetto a quello del controllo di un personaggio o di un veicolo nell'ambito di un videogioco.
Le differenze tra un sistema di visione e di "interazione" sviluppato per il gaming (appartenenti al mondo XBOX ONE o PLAYSTATION 4, per intenderci) e quanto ha concepito la società Angelo Podestà sono infatti davvero significative.
Innanzi tutto le consolle per i giochi ed i loro relativi sistemi si trovano in un ambiente statico, mentre l'HORUSS deve "funzionare" su un veicolo in movimento. Non è quindi soltanto il capo del pilota a muoversi ma si sposta tutto il mezzo: il sistema di visione per la guida "vede" quindi delle forze apparenti (del tutto assenti nei sistemi per il "gaming").
Un aspetto fondamentale che distingue i sistemi per i videogames da un apparato come l'HORUSS riguarda il cosiddetto tempo di latenza: si tratta cioè del ritardo che intercorre tra l'acquisizione dell'immagine e quando quella stessa immagine è presentata sul visore montato sul casco e viene infine visualizzata negli occhi del conduttore.
Le consolle dei videogiochi presentano tempi di latenza dell'ordine dei 200 ms (millisecondi), ritardi più che sufficienti per il gaming ma non accettabili per la guida di un veicolo.
In tali condizioni il tempo che intercorre dall'acquisizione dell'immagine alla sua rappresentazione negli occhi del pilota deve essere più basso: secondo gli studi condotti da Podestà (confermati anche dalla letteratura scientifica sull'argomento) tale valore non deve superare i 100 ms (millisecondi).
Con un tempo di latenza superiore di 100 ms l'apparato sensoriale umano ed il cervello tendono ad "andare in crisi". Oltre tale limite,

(1) I giochi più moderni ricorrono infatti alla cosiddetta "realtà virtuale" (VR, Virtual Reality): mediante visori collocati di fronte agli occhi (ma anche sistemi che rendono 3D il piccolo schermo di uno smartphone) ed appositi sistemi di controllo, detti anche "controller" (entrambi dotati di girsoscopi ed accelerometri) è infatti possibile interagire con il gioco stesso (per vedere o per effettuare delle azioni) muovendo il proprio corpo.
(2) Il sistema è infatti pensato per veicoli con velocità massime su strada dell'ordine dei 100 km/h, mezzi che in fuoristrada, o su terreno vario, si muovono a velocità più vicine ai 40-50 km/h che non ai 100 km/h.

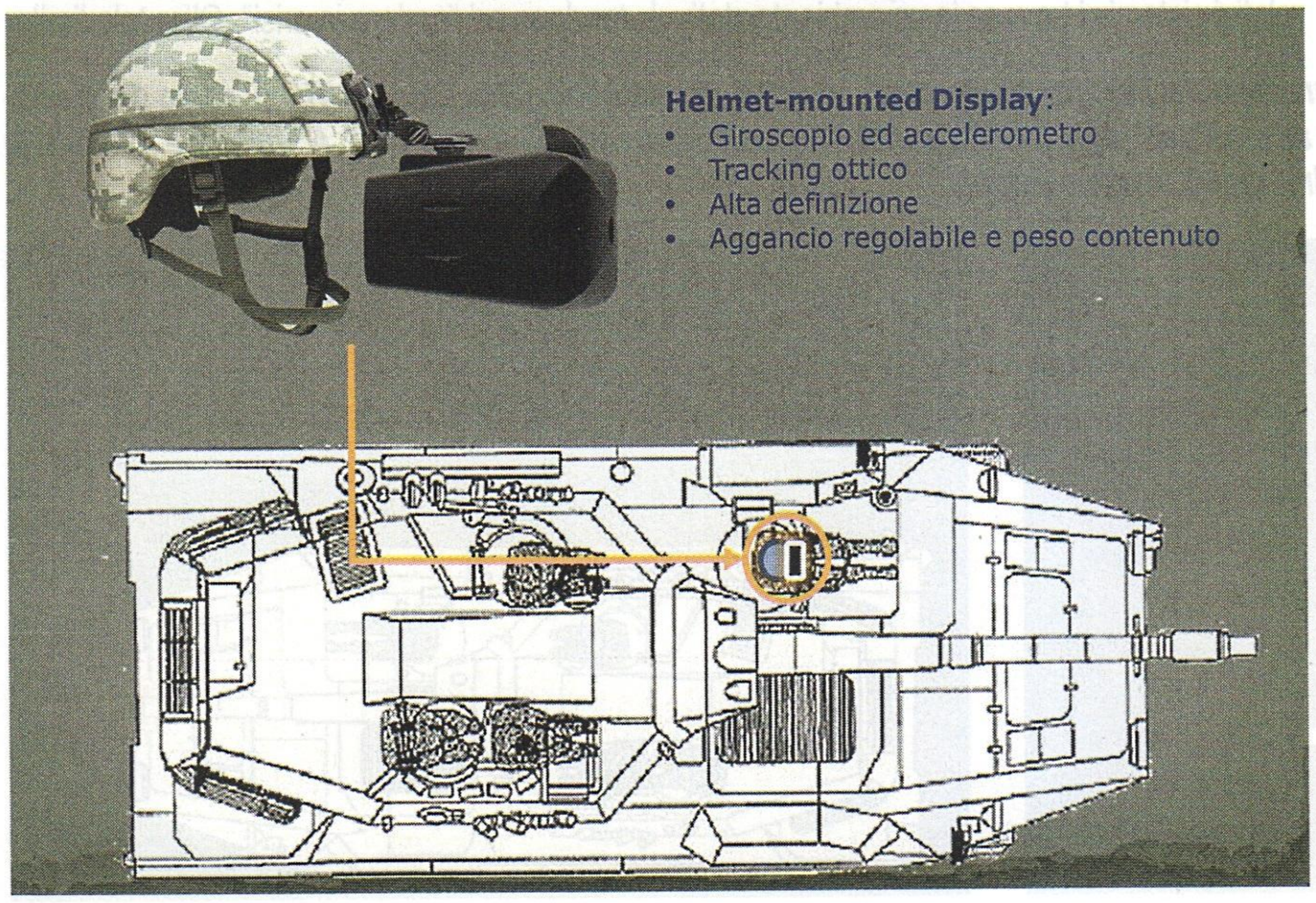
***La configurazione dell'HORUSS a bordo di un blindato 8x8: in questo caso, si tratta di una blindo 8x8 CENTAURO (il resto della configurazione è raffigurato in questa pagina, in alto). A destra, le 2 unità panoramiche laterali (diurne e notturne). A sinistra è indicata la telecamera frontale che "guarda" in basso. (immagini: Angelo Podestà)***



***Sopra: un'immagine dall'interno dell'auto dotata di sistema HORUSS (e immortalata nell'immagine d'apertura). Il pilota indossa il casco dotato di visore sul quale vengono proiettate le immagini raccolte dalle telecamere esterne. (foto: Autore). Sotto: la logica con la quale vengono "presentate" le immagini sul visore. Di giorno, muovendosi tra ±60° (o ±45° di notte), si "vede" solo tramite l'unità panoramica frontale. Spostando il capo oltre tali limiti (a destra o a sinistra) viene visualizzata solamente l'immagine laterale (destra o sinistra). Muovendo il capo in su o in giù appaiono, rispettivamente, la vista posteriore o quella anteriore bassa. (immagine: Angelo Podestà)***




***Sotto: collocazione e caratteristiche del casco del pilota (e relativo visore). (immagine: Angelo Podestà)***




infatti, il cervello è in grado di cogliere la discrepanza temporale tra lo stimolo visivo e le percezioni raccolte dal resto degli apparati sensoriali: ciò provoca un malessere anche molto intenso (con nausea e vomito).

Ovviamente un sistema di ausilio alla guida come l'HORUSS deve avere un tempo di latenza più basso possibile (e comunque inferiore ai 100 ms) in modo da non provocare alcun malessere. Indossare ed utilizzare il visore deve fornire le migliori "sensazioni" possibili: il ritardo tra ciò che si vede proiettato sul visore e il resto di ciò che si "percepisce" deve quindi essere praticamente impercettibile.

Stare al di sotto di tale valore ha costituito comunque un obiettivo piuttosto complesso da perseguire, considerando anche che un apparato di questo tipo deve avere un costo (relativamente) limitato (3). Bisogna considerare, infatti, che in un sistema di tale categoria le informazioni devono effettuare una serie di "passaggi obbligati". Partendo dalle camere TV (o dalle termocamere) esterne le immagini vengono inviate ad un computer tramite appositi cablaggi. L'elaboratore centrale, a sua volta, le invia, dopo averle opportunamente "integrate", al visore sul casco (mediante altri cablaggi) tenendo conto della posizione del casco stesso. Durante tutte queste attività, inoltre, il computer centrale si tiene sempre in contatto con la sensoristica e con il sistema C4I del mezzo. Infine nel conteggio delle tempistiche va considerato pure il ritardo di percezione fisiologico dell'apparato visivo umano.

Tutti questi passaggi, dunque, devono avvenire molto velocemente in modo da rispettare il succitato limite: un traguardo tutt'altro che banale.

Comunque, con l'HORUSS, Podestà è riuscita a stare ben al di sotto di tale soglia arrivando a realizzare una soluzione che ha un tempo di latenza di 85 ms: teoricamente sarebbe possibile anche fare meglio, tuttavia il valore raggiunto rappresenta il miglior compromesso tra prestazioni e costi.

Un tempo di latenza pari a 85 ms, che sta ben al di sotto dei 100 ms (risultando quindi piuttosto "confortevole" da utilizzare), risulta infatti pienamente adeguato alla guida di un mezzo militare. Infatti, tanto più abbiamo un tempo di latenza grande tanto più la reazione del pilota in caso di ostacoli sulla strada (o di imprevisti apparsi improvvisamente) avviene con ritardo.

Naturalmente, come in ogni sistema gestito mediante i movimenti della testa, è stato importante poter disporre delle giuste tecnologie per tracciare i movimenti del casco del pilota (in quanto ad ogni spostamento cambia "il punto

---

(3) Bisogna tener presente, infatti, che il costo di un veicolo blindato (o corazzato) è molto lontano da quello di un velivolo da caccia. Per tale ragione un sistema di visione integrato nel casco per applicazioni aeronautiche può avere costi enormemente maggiori rispetto ad un apparato pensato per applicazioni terrestri.

di vista" con il quale viene visualizzata la realtà esterna). A tale scopo l'HORUSS, nelle sue configurazioni iniziali, era dotato solamente di giroscopi e di accelerometri, un'architettura rivelatasi quasi subito insufficiente. Su un mezzo in movimento le forze e le accelerazioni laterali apparenti (legate per esempio alla percorrenza di una curva) rendono complessa la misurazione della corretta posizione del casco mediante le suddette tecnologie. Per tale ragione, quindi, Podestà ha deciso di aggiungere pure un sistema di tracking ottico, una soluzione che viene impiegata su molti caschi di volo dell'ultima generazione (è utilizzata, per esempio, nel casco HMSS realizzato da BAE Systems ed adottato sull'Eurofighter TYPHOON). La combinazione di queste 2 tecnologie (giroscopi accelerometri e tracking ottico) ha permesso di disporre di una tecnologia confrontabile con la visione diretta tramite gli occhi umani (anche se, naturalmente, non esiste nulla di veramente confrontabile con quanto possiamo vedere direttamente con il nostro apparato visivo).

Il compito di questo computer è quello di gestire i flussi video, di controllare la sensoristica e di effettuare il tracking del casco e l'output sul visore.

Podestà ha sviluppato un'interessante soluzione per la presentazione delle immagini sul visore montato nel casco. La visione si compone di 5 immagini distinte, tante quante sono le unità sensoriali. Normalmente il sistema presenta la vista frontale (cioè il campo di vista di 120° fornito dalla camera TV o quello di 90° della camera termica). Per cambiare il "punto di vista" è sufficiente muovere il capo in alto o in basso, a destra o a sinistra.

Alzando la testa viene attivata la vista posteriore: è come se si guardasse nello specchietto retrovisore di un'automobile (in questo mutuando le idee dai sistemi pensati per il mondo automotive).

D'altronde, puntando il casco (e lo "sguardo") verso il basso si attiva la telecamera inferiore, invece "voltando la testa" a destra o a sinistra (oltre il campo di vista del sensore anteriore, quindi i ±60° diurni ed i ±45° notturni) si attivano rispettivamente le unità sensoriali laterali di destra e di sinistra.

L'HORUSS non fornisce una visione stereoscopica: per tale risultato sarebbero necessari sistemi di visione doppi, cosa che comporterebbe un notevole incremento della complessità dell'apparato e, di conseguenza, anche dei costi.

Pur non avendo la visione "3D" sono però state inserite apposite linee di ingombro (sul genere di quelle utilizzate dai sistemi di assistenza al parcheggio presenti sulle automobili più recenti) che aiutano il cervello umano a "trasformare" ciò che viene percepito (che è bidimensionale) in una realtà tridimensionale, "simulando" quindi l'effetto della profondità. Questa soluzione, che risulta efficace nell'80% dei casi, è stata utilizzata con successo da tutti coloro che hanno provato il sistema.

Ad oggi infatti l'HORUSS, in diverse configurazioni, è già stato provato con successo dai piloti "sperimentali" dell'industria (a Bolzando da quelli di Iveco DV e a La Spezia da quelli della Divisione Sistemi di Difesa di Leonardo) e dell'Esercito. Le prove con il personale della Forza Armata, in particolare, sono state inserite anche nella "cornice" di un PNRM (Piano Nazionale di Ricerca Militare) sottoscritto dalla Angelo Podestà alla fine del 2017. Nell'ambito di questo programma, denominato VUHL-CAN e suddiviso in 2 fasi, l'HORUSS è stato installato a bordo di un VBM FRECCIA 8x8 per effettuare un ciclo di test e dimostrazioni presso il CEPOLISPE (Centro Polifunzionale di Sperimentazione) di Montelibretti (Roma) a favore del personale dell'EI e di Segredifesa. Una prima serie di test, condotti congiuntamente al prototipo della nuova blindo CENTAURO 2, hanno prodotto risultati estremamente positivi; tali prove, effettuate in condizioni diurne, hanno dimostrato l'estrema efficacia del sistema. Sempre insieme al prototipo della Nuova Blindo Pesante dell'EI sono previste anche ulteriori prove in condizioni notturne, queste ultime dovrebbero essersi concluse quando queste note verranno lette. La presenza della CENTAURO 2 non è casuale: l'azienda genovese propone infatti l'HORUSS sulla nuova blindo pesante dell'EI attualmente in fase di sviluppo. Si tratta di una soluzione che migliorerebbe la situational awareness e le capacità di guida a portelli chiusi del sofisticato veicolo. Proprio a proposito di situational awareness, il sistema (o una sua evoluzione/variante) potrebbe riservare anche altri tipi di opportunità commerciali. Un HORUSS dotato di un maggior numero di telecamere (per coprire tutti i 360°), unito a caschi adattati alle nuove esigenze potrebbe rappresentare un validissimo sistema per fornire una situational awareness "avanzata" ad un capocarro, ad un caposquadra o agli operatori delle Forze Speciali.

Tale sistema, che potrebbe integrare anche le informazioni fornite dal sistema C4I, potrebbe risultare utilissimo su un veicolo da combattimento per la fanteria (o su un mezzo delle Forze Speciali) poiché permetterebbe di "navigare" virtualmente e singolarmente al di fuori del veicolo ancor prima di sbarcare. Nel caso dell'Esercito Italiano il sistema potrebbe essere integrato a bordo del nuovo veicolo da combattimento per la fanteria 8x8 FRECCIA evoluto (VBM EVO).

Dunque a nostro avviso l'HORUSS rappresenta un sistema molto interessante, le cui soluzioni troveranno sempre più spesso applicazione a bordo dei veicoli terrestri, una categoria di sistemi - quella dei visori integrati e della realtà "immersiva" - dei quali in futuro non si potrà probabilmente più fare a meno.

© Riproduzione riservata

***Nel corso del Defence Symposium 2017, grazie all'auto appositamente attrezzata (immortalata nella foto d'apertura), molti rappresentanti dell'Esercito hanno potuto provare personalmente il sistema. Notare il casco ed il visore (concepito, progettato e realizzato dalla Angelo Podestà) montato su questo. (foto. Autore)***

*Il numero di MIRAGE 2000 passerà dagli attuali 111 (delle varie versioni), a 55 MIRAGE 2000D aggiornati.*

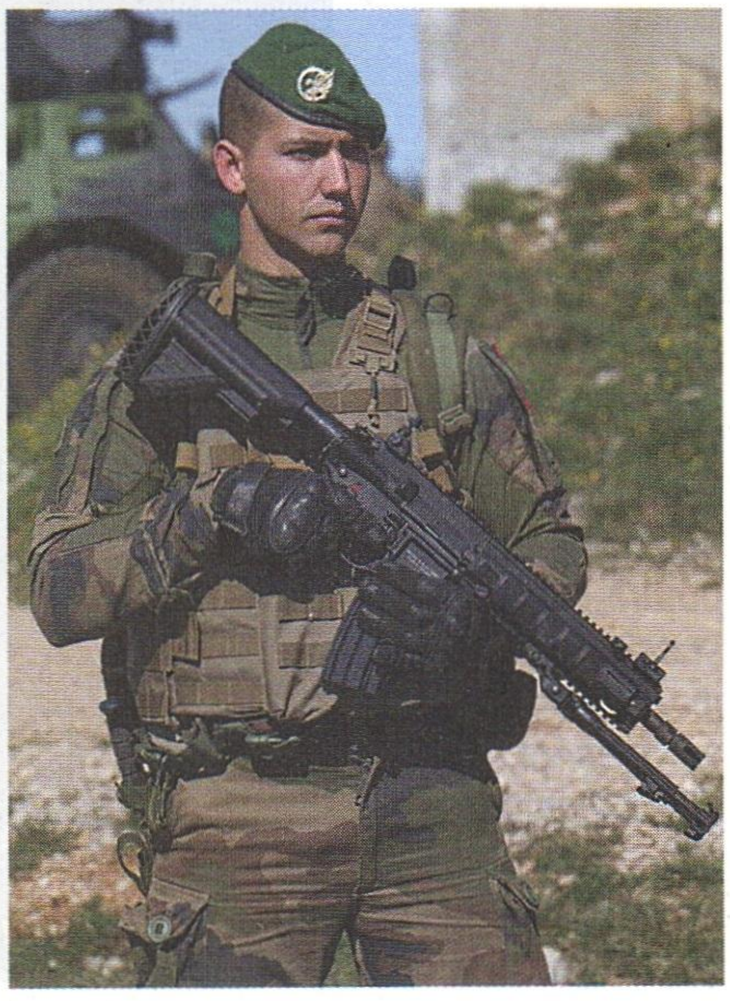
Andrea Mottola

# La nuova Legge di Programmazione Militare francese

**Lo scorso 8 febbraio il Governo francese ha presentato al Parlamento la bozza della Legge di Programmazione Militare (Loi de Programmation Militaire, LOI) del periodo 2019-2025. Secondo l'iter previsto, l'Assemblea discuterà il documento in questi mesi prima di procedere al voto, atteso la prossima estate.**

La LPM 19-25 prevede un forte incremento degli stanziamenti destinati alle FA francesi assecondando le richieste fatte dall'Amministrazione Trump riguardo ad un maggior impegno, anche finanziario, dei Paesi NATO nei confronti della difesa collettiva. Nel documento presentato dal Ministro della Difesa francese Florence Parly sono previsti stanziamenti pari a 295 miliardi di euro per il periodo 2019-2025, 198 dei quali destinati al quinquennio 2019-2023. La somma totale prevede, quindi, un budget annuale medio di 39,5 miliardi rispetto ai 34,2 stanziati per il 2018 (+15,5% circa) che, a loro volta, rappresentavano un incremento di 1,8 miliardi nei confronti del budget 2017. In questa somma sono inclusi 1,7 miliardi di spese aggiuntive nel periodo 2019-2022 destinate esclusivamente all'"ammodernamento degli equipaggiamenti ed al potenziamento dell'intelligence". L'incremento degli stanziamenti destinati alla Difesa rispetto alla Legge quinquennale precedente, 2014-2018, che prevedeva 190 miliardi di euro, è stato motivato dallo stesso Ministro che ha parlato di "aumento necessario per mantenere l'influenza globale della Francia ed intervenire in ogni luogo del globo in cui vengano minacciati gli interessi della Nazione e la stabilità internazionale". Va ricordato che migliaia di soldati d'Oltralpe sono rischierati in

*La 13e DBLE della Legione Straniera è stato il 1º reparto a ricevere il nuovo fucile HK-416F.*



Africa e Medio Oriente e che, in seguito all'imminente Brexit (prevista nel 2019), la Francia sarà l'unico Paese dell'UE a disporre di un deterrente nucleare. Oltre a quanto dichiarato da Parly, l'incremento del budget della difesa francese va letto anche alla luce dell'impegno dichiarato da Macron verso un rafforzamento delle capacità di difesa collettiva dell'Europa, come conseguenza della Brexit, e dell'altrettanto dichiarata volontà di raggiungere, entro il 2025, la soglia minima di spesa del 2% del PIL nazionale per la Difesa, come stabilito dal vertice NATO del 2014. Altro obiettivo del Governo Macron è quello di porre fine non soltanto al declino nelle spese per la Difesa, verificatosi con Sarkozy e Hollande (anche per effetto della dura crisi economica che ha colpito tutto il mondo dopo il 2008), ma pure quello di incrementare del 14% (11 miliardi nei 7 anni previsti) le spese per le infrastrutture ed i servizi di basi e caserme, di aumentare il personale militare di 6.000 unità entro il 2025, di assumere 750 funzionari destinati alla divisione "export" dell'ufficio procurement della Direction Générale de l'Armement.

Per quanto riguarda le capacità, la LPM, oltre a prevedere l'acquisizione di diversi mezzi, inclusi UAV armati, sottomarini nucleari e nuovi satelliti, nonché l'aumento del numero di velivoli da combattimento e da trasporto, prevede l'impegno ad aumentare del 36% il numero dei programmi di armamento gestiti in collaborazione con i partner europei (MALE 2025, FCAS, carro europeo, nuovi pattugliatori marittimi, nuovi cacciamine, navi cisterna, ecc.). Per quanto riguarda gli stanziamenti per le operazioni d'oltremare - il cui intero costo, a partire dal 2019, verrà sostenuto dal budget della Difesa e non più diviso trai i vari dipartimenti governativi come in passato - il documento prevede un finanziamento di 1,7 miliardi di euro all'anno.

## Esercito

Per quanto riguarda l'Esercito, innanzitutto si prevede un'accelerazione del programma SCORPION che dovrebbe portare alla consegna, anche in questo caso entro il termine della LOI nel 2025, del 50% dei 1.872 nuovi mezzi blindati multiruolo 6x6 GRIFFON, dei 300 veicoli da ricognizione e combattimento 6x6 JAGUAR, dei 978 veicoli da trasporto truppe 4x4 VBMR-Light e di 122 (su 200) carri armati LECLERC ammodernati. Entro il 2025, inoltre, dovrebbero essere consegnati altri 32 autocannoni CAESAR da 155/52 mm (nel documento non sono forniti dettagli in merito alla configurazione, nella precedente LOI si ipotizzava l'introduzione dei CAESAR su autocarro 8x8 Tatra T-815, per cui è plausibile si tratti di questa variante) che porteranno il totale a 109. Per quanto riguarda le dotazioni della fanteria verranno accelerati pure

i programmi relativi al nuovo fucile HK-416 F in fase di distribuzione e quello riguardante il nuovo sistema controcarro/polivalente MMP (Missile Moyenne Portée) di MBDA: nel primo caso, entro il 2025 verranno distribuiti 93.000 fucili d'assalto (rispetto ai 60.000 previsti se si fosse mantenuto il ritmo di consegne stabilito dalla precedente LOI), nel secondo caso, sempre entro il 2025 saranno consegnati 1.950 missili MMP (al posto dei 1.550 indicati dalla precedente LOI "attualizzata"). Inoltre, a partire dal 2020, il personale impegnato in operazioni all'estero riceverà le prime 23.000 nuove uniformi da combattimento, nell'ambito del programma COMBATTANT 2020, comprensive di nuovi giubbetti tattici antiproiettile SMB (prodotti dall'azienda norvegese NFM) pienamente compatibili con il nuovo sistema di combattimento di fanteria Sagem FELIN 1.3. La prima unità a riceverle sarà la 13ª Demi-Brigade della Legione Straniera, con consegna prevista entro la prima metà di quest'anno. Entro il 2025 tutte le unità di fanteria francesi dovrebbero essere equipaggiate con il nuovo set. Inoltre, è prevista la fornitura di 55.000 nuovi giubbetti antiproiettile SMB, 25.000 dei quali in consegna nel 2019 alle unità della neo-ricostituenda Guardia Nazionale. Sempre restando nell'ambito degli equipaggiamenti personali, entro il 2020 saranno consegnati 32.000 set di abbigliamento protettivo CBRN, rispetto al totale previsto di 165.000 che verranno distribuite nel periodo 2019-2025, insieme a 43.000 elmetti balistici con sistema optronico OVD e osteo-microfoni OH-295. La componente elicotteristica da trasporto militare tattico dell'Esercito sarà basata su 26 COUGAR, 8 EC-725 CARACAL (che dal 2021, saranno trasferiti all'Aeronautica) e sugli NH-90 TTH, le cui consegne dei 34 esemplari restanti (sui 70 ordinati) proseguiranno come previsto, sebbene 6 di questi velivoli subiranno un retrofit che gli consentirà di essere utilizzati in operazioni in supporto delle forze speciali, che vedranno incrementare la loro flotta a 10 NH-90 TTH. È previsto anche un ammodernamento di entrambe le varianti – HAD e HAP – dei 67 elicotteri d'attacco TIGER all'identico standard HAD Mk-3 che, tra gli altri, prevede l'adozione del nuovo missile controcarro MLP (Missile Longue Portée) al posto dell'HELLFIRE e di una nuova suite di comunicazioni che includerà il sistema di trasmissione dati Link 16 e il sistema di tracking BLUE FORCE. Tra le acquisizioni più interessanti, inoltre, va segnalata la prevista immissione dei primi radar altamente mobili 3D (del tipo AESA) GROUND MASTER 60 e la consegna dei primi 3 dei 5 previsti UAV da sorveglianza tattica Sagem PATROLLER.

## Marina

Passando ai principali programmi della Marina, questa dovrebbe ricevere, sempre entro il 2025, i primi 4 nuovi sommergibili d'attacco a propulsione nucleare BARRACUDA classe

***Tra i programmi di ricerca finanziati con 1,8 miliardi di euro l'anno, ci sarà anche quello riguardante una portaerei con sistema di lancio EMALS che dal 2040 dovrebbe sostituire la CHARLES DE GAULLE.***

SUFFREN, che sostituiranno progressivamente i battelli classe RUBIS, le ultime 3 FREMM (una ASW e 2 AA, note anche come FREDA) e la prima coppia di fregate intermedie FTI, destinate a sostituire le fregate missilistiche leggere a bassa osservabilità classe LA FAYETTE, su 3 delle quali è comunque previsto un intervento di retrofit. Per quanto riguarda la componente aerea della Marina, il programma più interessante è sicuramente quello che riguarda il procurement di 3 velivoli AEW&C E-2D ADVANCED HAWKEYE che sostituiranno gli altrettanti E-2C HAWKEYE attualmente in servizio, la cui consegna dovrebbe avvenire nel triennio 2026-2028. Sempre restando nell'ambito dell'Aviazione Navale, è prevista la prosecuzione dell'ammodernamento della flotta di 18 velivoli da pattugliamento marittimo ATLANTIC-2, nonché l'avvio del programma di sviluppo per l'acquisizione di un loro sostituto. Altri programmi degni di nota sono quelli che riguardano l'immissione in servizio di 10 nuovi pattugliatori - rappresentati dalle 4 unità ausiliarie d'altura classe LOIRE e dai 4 pattugliatori alturieri classe D'ENTRECASTEAUX e dai primi 2 OPV VIGILANTE 1400 CL79 - con l'obbiettivo di una flotta di 19 pattugliatori entro il 2025 - l'acquisizione di 4 navi cisterna di nuova generazione - programma FLOTLOG e unità che dovrebbero essere realizzate da Fincantieri/STX a Saint Nazaire, 2 delle quali entro il solito termine del 2025, l'avvio del programma di sviluppo per una portaerei con sistema di lancio EMALS che dal 2040 dovrebbe sostituire la CHARLES DE GAULLE e di quello riguardante la nuova classe di cacciamine SLAM-F. Nel campo degli armamenti, è prevista l'integrazione dei nuovi siluri pesanti (da 533 mm) F-21 ARTEMIS su BARRACUDA, RUBIS e sui battelli classe LE TRIOMPHANT e del missile ASTER 30 B1 NT su 2 fregate antiaeree (non è ancora chiaro se si tratta delle

***Tra i principali programmi dell'Esercito, la LOI prevede l'acquisizione del 50% dei nuovi mezzi blindati entro il 2025, tra cui 489 blindati leggeri multiruolo VBRM-L.***

***A partire dal 2025 la Francia sostituirà i vecchi aerei EW C-160G GABRIEL (sotto) con 3 velivoli FALCON EPICURE (sopra), equipaggiati con suite CUGE per la raccolta ELINT/SIGINT.***

ultime 2 FREMM FREDA o delle ORIZZONTE/classe FORBIN).

## Aeronautica

Per quanto riguarda l'Armée de l'Air, sebbene il numero di velivoli resterà più o meno lo stesso alla fine dei 6 anni, la componente aerea verrà profondamente rinnovata mediante la progressiva sostituzione dei velivoli - soprattutto i caccia - utilizzati in modo intensivo nelle operazioni di combattimento. Nello specifico, il programma prevede l'acquisizione di 6 UAV armati (vedi anche sotto), l'introduzione dell'UAV MALE 2025, e l'inserimento in servizio di 83 nuovi caccia (28 RAFALE C/D di nuova produzione e 55 MIRAGE 2000D aggiornati) entro il 2023. Come detto in precedenza, l'attuale numero di velivoli da combattimento (254 aerei, tra 143 caccia multiruolo RAFALE, inclusi i 41 della Marina e 111 MIRAGE 2000 nelle varie versioni) verrà mantenuto e comprenderà 157 RAFALE C/D (di cui 28 di nuova produzione che verranno consegnati tra il 2022 e il 2024), 42 RAFALE M e 55 MIRAGE 2000D aggiornati. In particolare, per l'intera flotta di RAFALE di Aeronautica e Marina - che, secondo quanto stabilito dal Libro Bianco sulla Difesa e la Sicurezza Nazionale francese, sono riuniti sotto un unico Comando Operativo gestito dall'Armée de l'Air - è previsto l'ammodernamento allo standard F3R riguardante un incremento della "connettività e delle capacità difensive ed offensive del velivolo, che consentiranno di operare in ambienti non permissivi caratterizzati dalla presenza di difese Anti-Access/Area Denial (A2/AD)". Sempre restando nell'ambito dei RAFALE, la LOI include il finanziamento per l'acquisizione di una tranche di 30 aerei nella variante F4, le cui consegne dovrebbero avvenire tra il 2029 ed il 2030. Altre acquisizioni di rilievo riguardano i 45 pod Thales TALIOS per la designazione ed il targeting destinati ad essere utilizzati dai RAFALE, la cui consegna è prevista entro il 2023. Nel settore trasporto/aerorifornimento il numero di A330 MRTT PHENIX, che sostituiranno 11 C-135FR e i 3 KC-135RG, passerà da 12 esemplari – numero che dovrebbe essere raggiunto entro il 2023 – a 15, con il primo aereo in consegna nel corso del 2018. Al contrario, i velivoli da trasporto strategico si ridurranno numericamente: con la dismissione dei 3 A310 resteranno in linea i soli 2 A340. Anche la componente da trasporto tattico vedrà un sensibile rinnovamento, che porterà al progressivo ritiro degli attuali 18 C-160 TRANSALL, da 13 velivoli a 25 entro il 2025 ed un parallelo incremento del numero degli A400M. Nel frattempo le consegne dei 4 SUPER HERCULES (2 C-130J-30 "allungati" e 2 velivoli trasporto/tanker KC-130J) avviate a dicembre 2017 (con il primo C-130J-30) verranno completate nel 2019. Tali velivoli dovrebbero essere destinati al supporto delle Forze Speciali (i KC-130J senza alcun dubbio) e costituiranno un joint air transport squadron franco-tedesco (basato a Évreux in Normandia) composto da 4 velivoli francesi e da 6 aerei tedeschi che arriverà ad una capacità operativa iniziale nel 2021 (seguita nel 2024 dalla Full Operational Capability). Tornando ai velivoli da trasporto della Lockheed Martin, verranno comunque mantenuti i "vecchi" C-130H: i 14 esemplari in linea verranno infatti tutti retrofittati entro il 2025. Nel settore ISR sono previsti stanziamenti per: l'acquisizione di 3 suite EW CUGE della Thales, che andranno ad equipaggiare i 3 nuovi velivoli SIGINT/ELINT Dassault FALCON (programma EPICURE); l'ordine per 6 aerei leggeri da ricognizione e sorveglianza ALSR (Avion Léger de Surveillance et de Reconnaissance) King Air 350; l'acquisizione di 6 MQ-9 REAPER Block 5 armati; l'ammodernamento dei sistemi avionici e del sistema integrato di distribuzione informazioni tattiche JTIDS degli E-3F AWACS; l'avvio, entro il 2019, dello sviluppo del già citato UAV MALE europeo 2025, con prevista consegna del primo esemplare nel 2025 ed un totale di 8 UAV entro il 2030; infine, l'estensione dello studio di fattibilità riguardante l'eventuale allungamento della vita operativa dei 2 velivoli EW C-160G GABRIEL fino al 2024/2025. Nella LOI, inoltre, viene fatto specifico riferimento allo SCAF (Système de Combat Aérien Futur), il progetto di caccia di 6ª Generazione che dal 2038/2040 dovrebbe, teoricamente, rimpiazzare i RAFALE. A tal proposito, non viene menzionata la possibile partnership franco-tedesca per lo sviluppo del programma, sottolineando che "gli studi iniziali sulla piattaforma verranno finanziati dalla LOI all'interno di un framework di cooperazione europea" e che "la scelta riguardante il tipo di

***La LOI prevede il finanziamento del programma per il nuovo elicottero leggero interforze HIL (Hélicoptère Interarmées Léger) H-160M, destinato a rimpiazzare l'intera flotta di elicotteri leggeri francesi.***

velivolo (manned o unmanned, ndr) ed i/il Paese/Paesi partner verrà presa entro il 2025". Per quanto riguarda la componente ad ala rotante, la LOI prevede il finanziamento del programma per il nuovo elicottero leggero interforze HIL (Hélicoptère Interarmées Léger) Airbus H-160 M, destinato a rimpiazzare l'intera flotta di elicotteri leggeri francesi, FENNEC compresi, programma che dovrebbe partire nel 2022, con consegne previste dei primi esemplari dei 169 pianificati per il 2028. L'acquisizione degli H-160 M non riguarderà però la sostituzione dei SA-330 PUMA, per i quali è invece previsto il procurement di una nuova macchina con la fornitura di una prima tranche di 12 esemplari da ordinare nel 2023. La LOI stabilisce anche il numero minimo di ore di volo per mantenere la prontezza operativa dei diversi equipaggi. Nello specifico, i piloti dei caccia dovranno volare per almeno 180 ore l'anno, quelli degli elicotteri 200 ore, mentre per gli equipaggi dei velivoli da trasporto il limite minimo sale a 320 ore.

## Missili e nucleare

Per quanto riguarda il comparto missilistico, il documento prevede diversi aggiornamenti o immissioni entro il termine del 2025. In particolare è previsto un MLU del missile da crociera MBDA SCALP, che verrà completato per il 2025; l'ingresso in servizio del missile aria-aria a medio-lungo raggio METEOR sui RAFALE; l'aggiornamento in senso antimissile di 8 (su 10) sistemi di difesa aerea SAMP/T mediante l'adozione del nuovo missile sup-aria ASTER 30 B1 NT (ordinato a partire dal 2022) e la sostituzione del radar multifunzione Thales ARABEL; il primo ordine, nel 2019, dei missili aria-aria di nuova generazione MICA; l'acquisizione del nuovo missile aria-superficie MAST-F (in cooperazione con la Germania), i cui ordini dovrebbero partire nel 2023; l'introduzione del nuovo missile controcarro spalleggiabile MMP, destinato a sostituire il MILAN; il finanziamento dei programmi per lo sviluppo di nuovi missili da crociera e antinave a partire dal 2024.

***Tra le varie acquisizioni, la LOI prevede l'immissione di 28 nuovi RAFALE C/D F3R entro il 2023. La restante flotta di RAFALE di Aeronautica e Marina verrà aggiornata allo standard F3R entro il 2025.***

All'interno del documento, inoltre, viene chiaramente sottolineata la volontà di rinnovare le componenti aeree e navali dello strumento nucleare per il quale sono stanziati 25 miliardi nel corso dei 5 anni. Riguardo alla componente aerea, in particolare, verrà finanziato il programma che prevede il passaggio di tale capacità dai MIRAGE 2000N ai RAFALE. L'attuale vettore ASMP-A subirà un MLU, e contemporaneamente continuerà ad essere finanziato lo studio per lo sviluppo del nuovo missile ASN4G, che dovrebbe essere completato entro il 2020. Per quanto riguarda la componente navale, gran parte dei 37 miliardi stanziati verrà indirizzata agli studi per l'SSBN di nuova generazione SNLE-3G ed all'ultima evoluzione del missile balistico intercontinentale M51.3 a partire dal 2024, nonché allo studio del suo successore.

## Cyber, Spazio e R&S

Nel settore intelligence e cyber, la LOI prevede uno stanziamento di 1,6 miliardi di euro da investire in strumenti di difesa e sicurezza, compreso il reclutamento di circa 1.000 operatori ed esperti del settore entro il 2025, mentre nel campo dell'intelligence verranno investiti 4,6 miliardi per l'acquisizione di diversi assetti (UAV, satelliti e velivoli EW) e l'assunzione di 1.500 nuove unità. In ambito spaziale la LOI prevede la consegna di 5 nuovi satelliti: 2 MUSIS da sorveglianza, ricognizione ed osservazione, per la raccolta IMINT, 2 SYRACUSE IV per telecomunicazioni, e uno per la raccolta SIGINT, CERES.

Infine, le spese in Ricerca e Sviluppo prevedono un incremento progressivo nel settore "studi ed innovazione" dagli attuali 730 milioni di euro annui ad 1 miliardo entro il 2022, mentre la media annuale investita nella ricerca e lo sviluppo di programmi riguardanti futuri sistemi d'arma e mezzi – tra cui gli studi di progettazione del futuro caccia franco tedesco di 6ª generazione SCAF, del nuovo carro armato, del nuovo elicottero leggero HIL, del successore dell'E-3F SENTRY e della portaerei che succederà alla CHARLES DE GAULLE – sarà di circa 1,8 miliardi. Pur non rientrando convenzionalmente nel settore ricerca e sviluppo, il documento inserisce al suo interno anche la voce riguardante la riorganizzazione dipartimentale del Ministero della Difesa, per la quale sono previsti 14 progetti di modernizzazione.

© Riproduzione riservata

RID

***A sinistra: altro programma di ammodernamento previsto dalla LOI è quello che riguarderà 67 elicotteri d'attacco TIGER che verranno portati allo standard Mk-3. A destra: nel periodo 2019-2025 verrà completata l'introduzione dei 1.950 nuovi missili controcarro spalleggiabili MBDA MMP (Missiles Moyenne Portee), che sostituiranno i sistemi MILAN.***

*La versione del REMUS 100 per la US Navy, denominata Mk-18 Mod.1, viene messa in mare nel corso di un'esercitazione (foto: US Navy)*

Marco Giulio Barone

# Presente e futuro degli UUV

**La diffusione dei mezzi unmanned è ormai un trend consolidato in tutti gli ambienti operativi. Il settore subacqueo non fa eccezione, ed è infatti caratterizzato da un fiorire di nuovi progetti che rispondono a requisiti operativi sempre più ambiziosi.**

## Cosa fanno gli UUV?

I ruoli degli UUV variano secondo la dimensione e la suite di missione. In generale, i ruoli assegnati comprendono missioni ISR, idrografiche/oceanografiche, comunicazioni, contromisure mine (MCM), ASW ed altre missioni di supporto. Essendo generalmente multiruolo, gli UUV svolgono più mansioni. Gli UUV si dividono in 2 grandi famiglie: ROV e AUV. Tuttavia, è bene specificare che questa definizione è funzionale alla comprensione del mercato dei veicoli unmanned subacquei, ma che di fatto l'iperonimo UUV è spesso utilizzato invariabilmente per ambedue le categorie.

Peraltro, alcuni sistemi possono operare in entrambe le modalità.

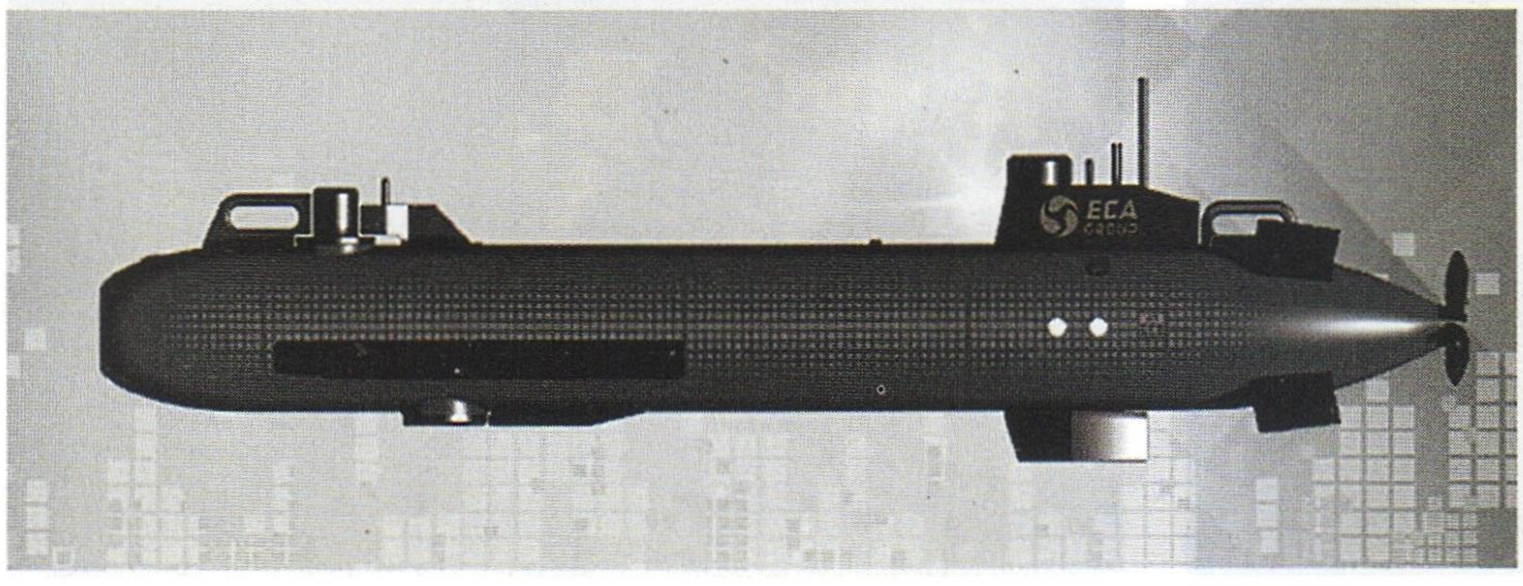
I Remotely Operated Vehicles (ROV) sono veicoli subacquei solitamente filoguidati e gestiti da un operatore a bordo di una nave-madre. L'operatore si occupa sia della guida che dell'utilizzo dei sensori e dei sistemi a bordo del ROV. I ROV, sviluppati negli anni '60, furono impiegati per la prima volta nell'operazione di recupero dei resti del B-52G caduto in mare con una bomba B-28RI rimasta a bordo, nei pressi della cittadina spagnola di Palomares, il 17 gennaio 1966. Da allora, la missione dei ROV a bordo di unità di ricerca, salvataggio e cacciamine è rimasta pressoché invariata, anche se l'evoluzione tecnologica ha permesso di immettere in servizio modelli sempre più capaci e sofisticati.

Gli Autonomous Underwater Vehicles (AUV) sono invece mezzi subacquei che svolgono in autonomia una parte (o la totalità) della missione assegnata. Gli AUV sono disponibili sin dagli anni '90, soprattutto nel settore dei rilievi oceanografici e della ricerca per le attività offshore. Il potenziale espresso dagli AUV li ha resi di interesse crescente per le FA di diversi Paesi, che hanno cominciato a sfruttarli come complemento della strumentazione di unità come cacciamine, navi da soccorso e da ricerca, per poi allargare il campo anche alle missioni ISR e in favore di forze speciali.

In generale, gli AUV sono delle ottime piattaforme per sensori e strumenti subacquei, in quanto stabili e poco rumorose. Come tutti i teleguidati, gli AUV consentono inoltre di effettuare missioni DDD (Dull, Dirty, and Dangerous) al posto degli operatori umani, specialmente quando si tratta di mine e ordigni esplosivi, oppure di ricognizioni rischiose sui fondali o a ridosso della spiaggia nemica. Per molte di queste missioni, gli AUV operano a distanza (stand-off) rispetto alla nave-madre, allontanando così dal pericolo anche i vettori delle operazioni. Peraltro, per le operazioni, ogni nave-madre può portare numerosi sistemi AUV e servire da integratore di informazioni. Così facendo, il numero di unità necessarie per ciascuna missione tende a ridursi, con evidenti benefici sia dal punto di vista del rischio di perdite umane, sia sui costi di gestione di capacità pregiate come, ad esempio, quella di contrasto alle mine.

Infatti, gli AUV di ultima generazione permettono una permanenza in area di operazioni non conseguibile altrimenti con operatori umani, o comunque molto dispendiosa sotto tutti gli aspetti (economico, fisico, militare, ecc.). Per esempio, se la posa di mine o ordigni esplosivi è relativamente semplice e molto economica, lo stesso non si può dire per quanto riguarda la loro neutralizzazione – soprattutto in spazi stretti o punti strategici. Pertanto, gli sviluppi nel settore dei teleguidati si concentrano sia sull'attività di sminamento che su quella di prevenzione, ovvero di pattugliamento costante delle aree a rischio. A ciò biosgna aggiungere che il concetto di "system of systems" applicato al settore UUV è in pieno sviluppo, e in futuro consentirà di passare dal singolo teleguidato – estensione degli strumenti di una nave – a veri e propri sistemi autonomi di monitoraggio, in grado di gestire missioni complesse con costi inferiori a quelli di intere squadriglie navali, ma con permanenza "sine die" nell'area delle operazioni. La creazione della prima pedina operativa di soli UUV in seno alla US Navy, lo Unmanned Undersea Vehicle Squadron One (UUVRON-1), ben rappresenta gli enormi progressi registrati dal settore, tanto in termini

*Rendering dell'AUV portatile ECA Group A-9M. (foto: ECA Group)*



di capacità raggiunte quanto di potenziale di crescita. In effetti, al di là della sfida tecnologica rappresentata dal costruire intere pedine operative in grado di svolgere missioni autonome, lo UUVRON-1 sarà impegnato fino al 2020 nello studio della dottrina di impiego di un'unità di questo genere. Tutto ciò potrebbe rivoluzionare completamente il modo di condurre le operazioni subacquee. Per questo motivo, il presente articolo si focalizza principalmente sugli AUV, le cui caratteristiche, capacità operative e dottrine di impiego sono oggi in piena evoluzione.

## La classificazione degli AUV

Dividere gli AUV in segmenti definiti è difficile per via della loro flessibilità intrinseca. Il vantaggio di avere una telecamera subacquea o un sonar installato su una piattaforma unmanned può essere sfruttato in più modi. Ciò non significa che gli AUV siano mezzi aspecifici – vedremo in seguito quante suite di missione permettono di accogliere – ma che al contrario sono dei veri e propri tuttofare per il settore subacqueo. Di conseguenza, è molto difficile classificarli per missione. Ci rifacciamo quindi ad una classificazione di massima per classe di peso. In effetti, le dimensioni di un AUV hanno un impatto diretto sulla tenuta del mare, sull'autonomia e sullo spazio a disposizione per il carico utile. Distinguiamo dunque:

- AUV portatili, sotto i 100 kg;
- Leggeri, tra i 100 kg e i 500 kg;
- Pesanti, tra i 500 kg e i 1.500 kg;
- Extra-large, oltre i 1.500 kg.

Comprensibilmente, le categorie non sono rigide ma esistono casi intermedi a seconda del ruolo che viene assegnato al veicolo.
Per quanto riguarda il rilascio ed il recupero degli AUV in zona operazioni, anche in questo caso le considerazioni dimensionali sono di primaria importanza. Gli AUV portatili possono essere trasportati da una-due persone e messi in mare a mano o tramite una piccola gru. Pertanto non è necessaria nessuna attrezzatura specifica e possono essere lanciati virtualmente da qualunque unità navale; dal gommone alla grande nave madre. Invece, la maggior parte dei sistemi leggeri e pesanti viene messa in mare attraverso il sistema LARS (Launch And Recovery System) presente a bordo di cacciamine, navi per ricerca, soccorso e supporto logistico e unità anfibie. Ne esistono diverse versioni e modelli, ma in sostanza si tratta di un sistema che comprende una slitta per far scivolare il veicolo in mare ed un vericello per modulare la discesa e, in seguito, favorire il recupero, spesso associati ad un sistema di rocchetti per i cavi di guida dei ROV. In alcuni casi i sistemi LARS più maneggevoli possono essere shelterizzati come parte di pacchetti modulari plug-and-play da installare su unità multiruolo o che non dispongono di sistemi propri. In alternativa al LARS, le navi da supporto logistico, o comunque di grandi dimensioni, dispongono di gru per l'imbarco

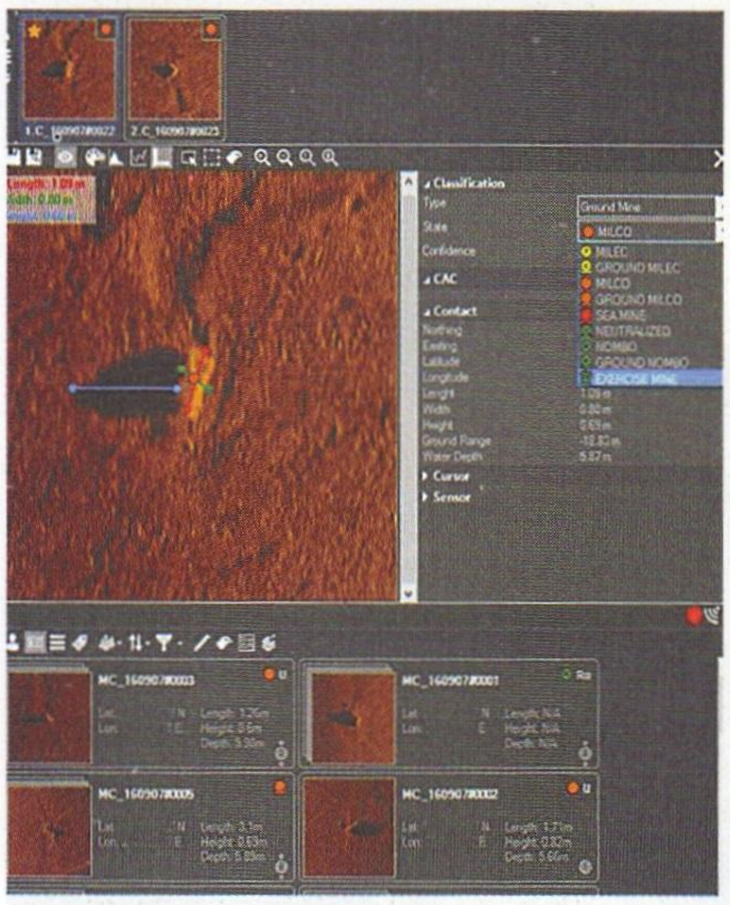
*Operatori della Royal Navy approntano un Hydroid REMUS 100 per una missione subacquea. (foto: US Navy)*

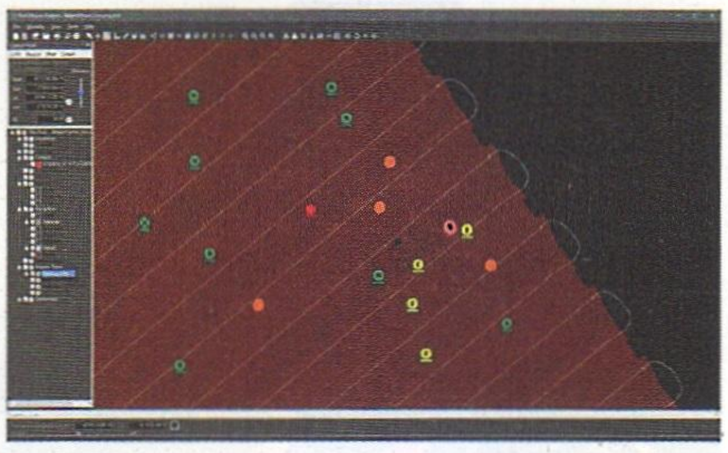
e lo sbarco di mezzi e materiali pesanti che possono prestarsi allo scopo. Infine, alcuni AUV sono predisposti per essere trasportati per via aerea o addirittura aerolanciati, ma si tratta di capacità non molto diffuse e dedicate ad impieghi particolari.
Alcuni AUV pesanti (e quasi tutti gli extra-large) sono pensati per operare direttamente dalle banchine portuali. La loro grande autonomia li rende per certi aspetti dei mezzi paragonabili a vere e proprie unità autonome. Ciononostante, il trasporto in teatro tramite un'unità madre – in questo caso di grandi dimensioni, ad esempio una nave anfibia – è comunque possibile.
Oggi molti Paesi e molte aziende sviluppano i loro programmi e prodotti AUV, rendendo il settore vivace, attivo e ricco di novità. Vediamo una panoramica degli sviluppi più interessanti, per categoria.

## AUV portatili

A questa classe di UUV vengono assegnate prevalentemente 4 missioni: ISR, comunicazione, contromisure mine e ispezioni tecniche. Operano di solito in acque poco profonde, in porto oppure in zone costiere. Si tratta spesso di mezzi polivalenti, la cui missione cambia in funzione del carico utile modulare.
Tra i più piccoli e i più versatili troviamo il REMUS 100, prodotto da Hydroid (controllata di Kongsberg), quest'ultimo vero e proprio "best seller", con oltre 200 esemplari venduti. Il REMUS 100 è lungo 1,70 m nella configurazione di base, con un diametro di 19 cm ed un peso di circa 36 kg. La velocità massima è di 5 nodi, la durata della batteria di 12 ore alla velocità di 3 nodi. I sensori di base della versione militare comprendono un sonar a scansione laterale,

*Un ECA Group A-9M esplora il fondale. (foto: ECA Group)*



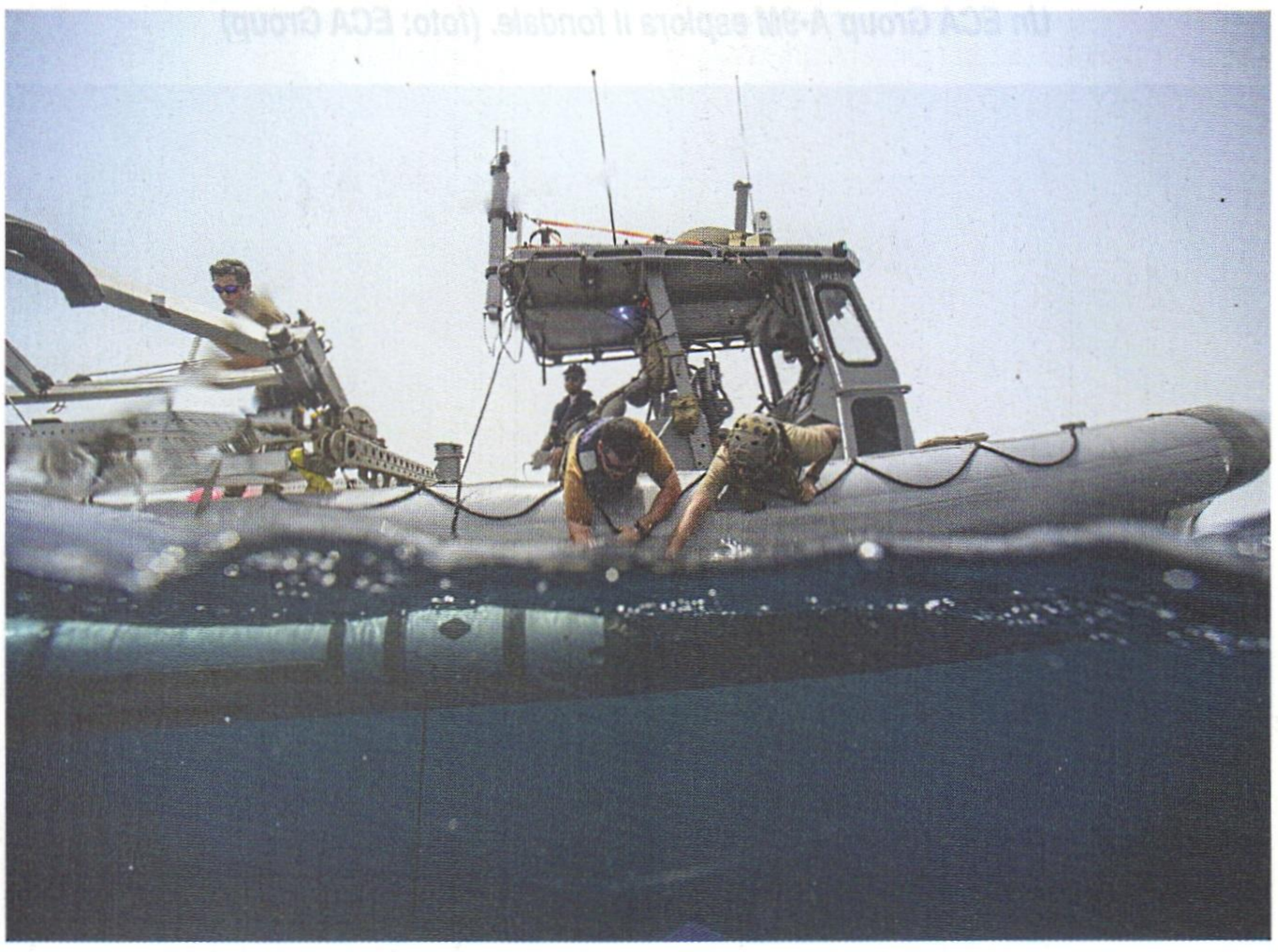
***A sinistra: il software TRITON equipaggia tutti gli UUV di ECA Group. Qui ne vediamo una schermata nel corso di misurazione ed identificazione di oggetti sul fondo marino. (foto: ECA Group). Sopra: una mappa degli oggetti rilevati sul fondo, classificati per colore secondo la loro natura. (Foto: ECA Group)***

uno batimetrico ed una telecamera con la possibilità di registrare, mentre altri strumenti possono essere utilizzati su richiesta del cliente. Il REMUS 100 è pensato per profondità massime di circa 100 m. Il principale utilizzatore è la US Navy, che lo impiega sin dal 2003 con il nome di Mk-18 Mod.1 SWORDFISH per missioni Mine Counter-Measures (MCM). Oltre alla caccia alle mine, allestimenti speciali permettono di avvalersi del REMUS 100 per missioni idrografiche oppure per l'ascolto elettronico (COMINT). Tipicamente, 2 UUV affiancano la squadra EOD che si occupa delle attività di sminamento. Oltre alla US Navy, il REMUS 100 è impiegato dalla Marina Militare (dal 2010) dalla Royal Navy e da altre 10 Marine tra cui quelle Norvegese (4 esemplari), Belga (4), Giapponese (4) e Croata (2).

Il progetto più avanzato tra gli UUV di piccole dimensioni è il COMET, prodotto dall'azienda francese RTsys. Il COMET è lungo 1,77-2,50 m, secondo le configurazioni, ha un diametro di 332 mm e un peso compreso tra i 27 kg e i 50 kg. Le prestazioni sono notevoli per la categoria, con velocità massima nella configurazione più pesante superiore a 10 nodi (15 in quella più leggera), profondità massima di 250 m ed autonomia di 20 ore. Il payload modulare può integrare sonar a scansione laterale e batimetrico, magnetometro, video, fotocamere ed altri apparati. Tuttavia, la caratteristica più avanzata è la capacità di operare in "swarm mode", ovvero in una squadra di massimo 6 COMET contemporaneamente. I veicoli sono in grado di comunicare tra di loro e posizionarsi a una distanza massima di 1,5 km l'uno dall'altro, coprendo così vaste aree in tempi brevi.

Passando a pesi superiori, nell'ordine dei 70 kg, le proposte principali provengono dall'azienda statunitense Bluefin Robotics e dalla francese ECA Group. Bluefin propone 2 modelli, il 9M e l'HAUV-3. Il primo è un AUV multiruolo che può montare sia una classica suite MCM (videocamera e sonar), sia sensori ISR. Pensato anch'esso per le acque poco profonde, può raggiungere tuttavia la profondità di 300 m. Il corpo del Bluefin 9M è lungo 2,5 m e largo 24 cm e, anche in questo caso, la velocità massima si attesta sui 5 nodi, con una velocità media di 3 nodi, alla quale garantisce 10 ore di autonomia. L'unico cliente conosciuto del modello 9M è la US Navy, che ne ha acquistati 9 esemplari per la sorveglianza discreta dei porti, soprattutto in funzione anti-EOD. Sempre in tema di sorveglianza portuale, il Bluefin HAUV-3 si discosta dalla classica forma "a siluro" degli AUV di questa classe. Esso ha infatti una forma parallelepipeda, con lunghezza di 1,37 m, larghezza di 94 cm e altezza di 38 cm. La profondità massima raggiungibile è di 60 m, l'autonomia di 3-4 ore e la velocità tra 0,5 e 1,6 nodi, secondo la configurazione. Questo curioso AUV è ottimizzato per l'ispezione di infrastrutture portuali e della chiglia di navi di ogni genere, sia per manutenzione che per il rilevamento di ordigni o materiali sospetti (nella configurazione per la sicurezza portuale) per mezzo dell'ARIS EXPLORER 3000 Imaging Sonar, uno speciale sonar ad altissima risoluzione. Lo HAUV-3 è stato ordinato nel 2015 dalla US Navy in 30 esemplari, ovvero 15 sistemi Mk-19 comprendenti ciascuno 2 veicoli subacquei e attrezzature di supporto. Al momento, almeno 14 UUV sono già stati consegnati. ECA Group propone il mezzo più sofisticato della categoria, l'A-9M, dedicato specificamente all'identificazione ed alla classificazione delle mine. L'UUV è lungo 2 m e ha un diametro di 0,23 m, pesa tra i 70 kg e i 90 kg, secondo la configurazione, e può scendere fino a 200 m di profondità. La velocità massima è di 5 nodi, la durata di circa 20 ore. L'A-9M è stato costruito appositamente per soddisfare lo standard STANAG 1364 (standard magnetic and acoustic criteria for intervention vehicles) che impone una segnatura magnetica e acustica molto bassa. La configurazione tipica consiste in un sonar a scansione laterale, un set di telecamere e un sensore SVP (Sound Velocity Profiler), cui si possono aggiungere sensori su richiesta dell'utilizzatore. La missione MCM può essere svolta sia in autonomia che in cooperazione con i ROV delle famiglie K-STER e SEASCAN della stessa ECA, tutti integrabili in un modulo di missione a bordo di unità cacciamine. Nella versione A-9E, l'UUV può effettuare una mappatura ambientale dell'area di operazioni, misurando la torbidità dell'acqua, la temperatura a diverse profondità, la quantità di ossigeno, la fluorescenza, ecc. Tra i clienti, la Marine Nationale francese (6 UVV), la Marina del Kazakistan (2 suite MCM complete), e altre 2 Marine NATO non specificate. Inoltre, sono in corso i test di valutazione di 2 esemplari da parte della Marina belga.

***Operatori della US Navy mettono in mare da un RHIB un AUV Hydroid Mk-18 Mod.2, il cui nome commerciale originario è REMUS 600. (Foto: US Navy)***



## AUV leggeri

Le missioni tipiche di questa classe di UUV comprendono ISR in ambiente portuale, applicazioni idrografiche speciali, comunicazione, contrasto alle mine e perfino alcune "information operation" in acque poco profonde.

Il sistema di maggior successo è ancora una volta un prodotto della Hydroid, il REMUS

600, operato da Royal Navy e Japan Maritime Self-Defense Force e, nella versione Mk-18 Mod.2 KINGFISH, dalla US Navy. Il REMUS 600 ha una lunghezza variabile tra 2,7 m e 5,5 m, secondo la configurazione, un diametro di 32,4 cm ed un peso di 220-385 kg. L'autonomia varia in funzione del carico di missione, ma in genere si attesta sulle 24 ore. Il REMUS 600 è un vero e proprio "mulo", multiruolo e molto versatile. I sensori che può ospitare a bordo sono numerosi e pensati per ogni esigenza, e comprendono apparati di comunicazione, sonar a scansione laterale e multi-beam, fotocamere e videocamere multispettrali, sensori idrografici e ambientali di varia natura. Per esempio, lo US Space and Naval Warfare Systems Command (SPAWAR) di San Diego impiega 3 KINGFISH per la mappatura dei fondali marini in ambiente litoraneo in una configurazione che permette una durata di 70 ore alla velocità di 5 nodi. Nel ruolo MCM, lo Small Synthetic Aperture Sonar Module (SSAM) a disposizione permette di coprire vaste aree di ricerca. Inoltre, la risoluzione elevata del SSAM e degli altri strumenti sonar permette di scoprire anche mine e ordigni interrati. In questa configurazione, il REMUS 600 è operato dalla 5th Fleet statunitense e dalla Royal Navy, che lo impiegano sia a partire da RHIB da 11 m che direttamente dal ponte di unità cacciamine. Inoltre, sono in corso delle prove per abilitare il lancio del REMUS 600 dagli elicotteri Sikorsky MH-60S attraverso un sistema dedicato, il Carriage Stream Tow and Recovery System (CSTRS). Se il programma di integrazione dovesse avere successo, virtualmente ogni unità con a bordo un elicottero potrebbe disporre di un AUV di questo tipo per mappare il fondale, oppure in funzione di contrasto alle mine. Infine, la capacità di operare a 150-200 km dal battello-madre, unita a quella di essere lanciato da un sottomarino, rende il REMUS 600 ideale per missioni ISR. Pochi i dettagli disponibili su questa configurazione, ma è probabile che abbia autonomia maggiore della versione standard, e payload composto da apparati per la ricognizione elettronica e/o intercettazione delle comunicazioni. Nel gennaio 2018, un REMUS 600 è stato catturato dai ribelli Houthi al largo dello Yemen, ed è possibile che appartenesse proprio a quest'ultima versione.

In questo segmento, Bluefin Robotics propone 2 versioni del suo modello 12, uno ottimizzato per acque poco profonde (S, shallow) e l'altro per acque profonde (D, deep). Il BLUEFIN 12S, pesante 210 kg, è ottimizzato per il pattugliamento in acque poco profonde. Il corpo ha una lunghezza di 3,8 m ed un diametro di 32 cm, può immergersi fino a 200 m di profondità e manovrare alla velocità massima di 5 nodi. Tuttavia, quella tipica da pattugliamento è di 3 nodi, alla quale il BLUEFIN 12S garantisce una durata di 26 ore. Il carico minimo è il consueto radar a scansione laterale e un synthetic aperture sonar. La versione 12D, pesante 272 kg, è in grado di coprire, per prestazioni, alcune missioni degli AUV di livello superiore. Di conseguenza, l'utilizzatore può avvalersi della stessa famiglia per svolgere missioni diverse con attrezzature, scalmi e logistica comuni. Il corpo del veicolo è allungato di 56 cm (4,36 m in tutto), ma mantiene lo stesso diametro. Rimane immutata la velocità, mentre la quota massima di immersione raggiunge i 1.500 m. Lo spazio maggiore a disposizione nel BLUEFIN 12D permette l'installazione di batterie aggiuntive che portano la durata dell'AUV a circa 30 ore (4 ore in più). Parte dello spazio in più disponibile può essere impiegato anche per pacchetti di missione più robusti.

*Un A-9M in esercitazione con il simulacro di una mina navale. (foto: ECA Group)*

Anche ECA propone un concetto modulare, con la famiglia A-18. Il peso di questi AUV varia dai 350 kg della versione base ai 650 kg della versione A-18T. Questa famiglia di prodotti ben evidenzia la limitazione della classificazione degli UUV. In questo caso, l'azienda ha scelto di basare i prodotti sul concetto operativo più che sui pesi per poter customizzare i veicoli scelti dall'utente finale, in funzione sia delle missioni che delle piattaforme a disposizione per il dispiegamento. Tuttavia la versione A-18M, dedicata ad applicazioni militari, può essere ricondotta alla classificazione che abbiamo operato sia per dimensioni che per missione assegnata. Anche in questo caso si tratta di un AUV con segnatura acustica e magnetica aderente alla direttiva STANAG 1364. Il corpo del veicolo è lungo 3,8 m, ha un diametro di 46,5 cm ed un peso di circa 370 kg. L'A-18M sviluppa una velocità massima di 6 nodi, ha una durata media di 24 ore, si immerge fino a 500 m di profondità ed è in grado di affrontare condizioni avverse. Le suite di navigazione (INS, GPS), comunicazione (ethernet, satellitare, Wi-Fi, acustica) e sicurezza (Obstacle Avoidance System, ecc.) sono particolarmente curate. Ricca anche la dotazione di sensori che si possono montare a bordo, tra cui: sonar interferometrico ad apertura sintetica, Forward-Looking Sonar (FLS), camere multispettrali, e altri sensori integrabili su richiesta. L'A-18M è infatti pensato per missioni MCM o oceanografiche, partendo da navi-madre di grandi dimensioni. Ciononostante, il contenimento delle dimensioni complessive rende il sistema shelterizzabile, trasportabile per via aerea e dispiegabile con il sistema LARS (Launch And Recovery System), ampiamente diffuso. Nel ruolo idrografico, l'A-18M è in grado di mappare il fondo marino con estrema accuratezza, compatibilmente con la profondità marina (seabed imagery). Infine, i sensori permettono il controllo di eventuali infrastrutture sommerse come tubi o cavi, ca-

*Un elicottero Sikorsky MH-60S mette in mare un UUV mediante il Carriage Stream Tow and Recovery System (CSTRS).*

***Operatori a bordo della nave australiana OCEAN SHIELD movimentano un BLUEFIN-21 della US Navy per metterlo in mare al largo della Malesia nel corso dell'Operazione SOUTHERN INDIAN OCEAN, dedicata alla ricerca dei resti del volo Malaysia Airlines 370. (Foto: U.S. Navy)***

pacità sempre più apprezzata. Nel ruolo MCM, l'AUV è quindi ideale per ricerche oceaniche a largo raggio e con grandi aree da coprire, ma sempre a partire da una nave madre.

## AUV pesanti

I veicoli subacquei appartenenti a questo segmento rappresentano un "surrogato" per operazioni precedentemente condotte da forze speciali o da veicoli speciali con personale a bordo. I ruoli ISR sono, a livello tattico e non solo, limitati ad un uso locale, e le capacità oceanografiche sono orientate all'individuazione di varchi o aree favorevoli all'ingresso delle forze (navali o subacquee) in acque non necessariamente poco profonde. Altre missioni possibili sono operazioni di ricognizione clandestina e di diversione.

Il BLUEFIN-21 è il mezzo più versatile della categoria, brillantemente utilizzato durante le operazioni di ricerca del volo Malaysian Airlines 370 portate avanti dalla Phoenix International (contractor specializzato spesso utilizzato dalle Marine Militari) per conto della US Navy. L'UUV è lungo 5,8 m, ha un diametro di 53 cm e pesa circa 750-770 kg. L'autonomia varia tra le 16 e le 25 ore secondo missione e configurazione, ad una profondità massima di 4.500 m. La versione militarizzata del BLUEFIN-21 è in uso nella US Navy con il nome di KNIFEFISH e ricopre numerosi ruoli. Il primo è il classico ruolo di supporto alle attività MCM, soprattutto come parte del modulo MCM destinato alle Littoral Combat Ship (LCS) costruito con la partecipazione di una cordata di aziende composta da Ultra Electronic Ocean Systems, 3 Phoenix, General Dynamics Information Technology, Oceaneering International, ASRC Research Technology Solutions e Metron. Ciascun modulo comprende 2 KNIFEFISH che hanno il compito di effettuare delle ricognizioni a largo raggio per scoprire – e quindi consentire di distruggere o evitare – mine ed ordigni esplosivi galleggianti, sommersi, oppure interrati sul fondale marino. Sempre nel ruolo MCM, il KNIFEFISH sostituirà i delfini e i leoni marini impiegati dal Marine Mammal Program, chiuso nel 2017. Le dimensioni di questo AUV gli consentono di pattugliare vaste aree anche in acque oceaniche o comunque profonde, ma anche svolgere il ruolo di Battlespace Preparation Autonomous Underwater Vehicle (BPAUV), ricoperto dal 2004 da un veicolo subacqueo con lo stesso nome (BLUEFIN-21 BPAUV), ma più piccolo e di capacità inferiori. Il BLUEFIN-21/KNIFEFISH raccoglie discretamente le informazioni batimetriche e sulla conformazione del fondale marino, inclusi ostacoli antisbarco e mine, a mezzo sonar. Dal momento che il veicolo svolge la missione in piena autonomia, non c'è necessità di comunicazione con l'unità madre, caratteristica che lo rende particolarmente discreto. Tuttavia, rimane possibile la trasmissione delle informazioni in tempo reale, se opportuno. Questa funzione veniva in precedenza svolta da un team di subacquei, in preparazione, ad esempio, di un'operazione anfibia o di infiltrazione.

La risposta europea al BLUEFIN-21 è la famiglia Saab AUV-62MR/AT. La versione MR (Mine Reconnaissance) è lunga tra i 4 m e i 7 m, a seconda della configurazione, con diametro di 53 cm e ordine di peso tra i 600 kg e i 1.500 kg. Alcune versioni raggiungono i 20 nodi di velocità, caratteristica che ne fa il più veloce della classe. In compenso, la profondità raggiungibile non supera i 500 m. La suite di base per la caccia alle mine comprende 2 sonar ad apertura sintetica collocati lateralmente e un FLS, come sempre integrabile da una vasta panoplia di sensori aggiuntivi secondo necessità. Il Saab AUV-62MR può essere lanciato da unità navali, da terra e da sottomarini. Pertanto, l'AUV può essere impiegato autonomamente dalla piattaforma lanciatrice come ricognitore oppure essere integrato nel complesso sistema Multi-Shot Mine Neutralisation System (MuMNS) brevettato da Saab che comprende anche i ROV SEA WASP, che mediante un braccio manipolatore meccanico opera su ordigni esplosivi o munizioni inesplose, e DOUBLE EAGLE (che poggia una piccola carica accanto alle mine per farle brillare). In questo caso, la missione principale dell'AUV-62MR è di individuare mine ed altri dispositivi esplosivi portando i sensori per il rilevamento

***Modellini in scala dei Saab AUV-62AT (in arancione) e AUV-62MR (in giallo e blu). Le loro dimensioni reali sono volutamente compatibili con i tubi lanciasiluri da 533 mm. Questo rende le esercitazioni ASW realistiche, ma è possibile che consenta alla versione MR di contribuire ad operazioni covert. (foto: Marco Giulio Barone)***

a profondità ed in condizioni ambientali difficili per la strumentazione di bordo dei cacciamine. La versione AT (ASW Training) è lunga tra i 4 m e i 6,5 m, mantiene il diametro da 53 cm e pesa tra gli 800 kg e i 1.250 kg. La velocità massima è inferiore alla versione MR, circa 12 nodi, così come la profondità massima, 300 m circa. Il carico pagante consiste in apparecchiature elettroniche e trasduttori che consentono di imitare i profili di missione di sottomarini e siluri. L'AUV-62AT rappresenta un'alternativa economica all'utilizzo di battelli reali e quindi consente esercitazioni frequenti da parte di operatori ASW imbarcati sia su navi che su aeromobili. L'AUV-62AT ha partecipato all'esercitazione UNMANNED WARRIOR in Scozia, nel 2016, dove un sistema di questo genere è stato testato per la prima volta.

È possibile (anzi probabile) che esistano versioni da spionaggio elettronico sia dell'AUV-62MR che del BLUEFIN-21/KNIFEFISH, vista la cura posta nel mantenimento di dimensioni compatibili con tubi di lancio da 533 mm dei sottomarini. Tuttavia, in questo caso la missione di tale classe di AUV sarebbe apertamente la ricognizione clandestina (in acque territoriali altrui) in aree calde del pianeta, e quindi sia le aziende che i governi utilizzatori sono restii a pubblicizzare le capacità acquisite in tal senso.

Nello stesso segmento si collocano gli UUV pesanti, che abbandonano la classica forma a siluro per assumere quella di un mini-sottomarino "senza equipaggio". La tenuta del mare ne guadagna sensibilmente, mentre il carico utile imbarcabile è molto più elevato dei modelli "a siluro". Si tratta dei sistemi Lockheed Martin MARLIN Mk-2, ECA group A-27M e Kongsberg HUGIN.

Il Lockheed Martin MARLIN Mk-2 ha un corpo lungo 3,05 m, alto 1,22 m, e con un diametro di 1,52 m. Il peso complessivo è di poco superiore ai 950 kg, di cui oltre 110 kg di carico pagante. Di conseguenza le suite di missione disponibili sono più ricche. Una configurazione tipo comprende 3D Imaging Sonar, camere multispettrali ad alta definizione, FLS, multi-beam ecosounder, lampada ad alta intensità, On board Mission Data Recording, ecc. In una configurazione simile, il MARLIN è in grado di assicurare missioni lunghe tra le 12 e le 24 ore, ad una profondità massima di 300 m e una velocità di 4 nodi. L'impiego originario è l'ispezione di infrastrutture sottomarine, soprattutto per il settore Oil and Gas. Tuttavia, la US Navy non ha tardato ad intuirne il potenziale militare e ne ha acquistato diverse unità. L'ispezione delle infrastrutture critiche è sempre più di interesse anche da parte militare, soprattutto in seguito all'aumento delle attività sottomarine russe e cinesi in prossimità di cavi internet, oleodotti e piattaforme sede di sensori strategici. Ma l'utilizzo del MARLIN non si ferma qui. La US Navy ha utilizzato questo piccolo sottomarino unmanned per missioni ISR, per consegnare piccoli carichi a forze speciali in territorio ostile e perfino come nodo dati e comunicazioni all'interno di scenari complessi (multi-asset).

*Un BLUEFIN-21 della US Navy in corso di approntamento sul ponte. (foto: US Navy)*

Il francese ECA Group A-27M ha prestazioni simili al MARLIN, ma è pensato per missioni diverse. L'A-27M è lungo 4,5-5 m, ha un diametro di 73 cm ed un peso compreso tra gli 800 kg e i 1.000 kg. La velocità massima è di 6 nodi, la durata arriva a 40 ore e la profondità massima a 300 m. Che venga montata una suite per monitoraggio sismico, idrografico, ambientale o anti-mina, il concetto operativo di base è quello di avere un vero e proprio pattugliatore unmanned capace di tenere sotto controllo una vasta area, anche in alto mare. Ad oggi, 6 esemplari sono stati consegnati alla Marine Nationale per valutazione nell'ambito del programma SLAM-F (Système de Lutte Anti-Mine Futur). Il programma prevede la partecipazione di Naval Group ed ECA, in qualità di fornitori delle piattaforme (pilotate e unmanned), e Thales come fornitore dei sensori. L'A-27, in particolare, monterà il performante sonar a scansione laterale Thales SAMDIS, recentemente testato nelle dure condizioni del Mare del Nord. Il sistema SLAM-F rappresenta l'elemento francese del più grande programma MMCM (Maritime Mine Counter Measure) in corso di sviluppo in collaborazione con la Gran Bretagna. L'A-27 è proposto anche per il programma congiunto belga/olandese di modernizzazione della componente MCM, il quale prevede l'allestimento di 12 unità cacciamine (6 per ciascun Paese) con spiccate capacità di coordinamento di mezzi unmanned quali USV e UUV.

Suite di sensori simili a quelli di MARLIN e A-27 possono essere portate a profondità maggiori dagli AUV della famiglia HUGIN, prodotti da Kongsberg. Dopo lo HUGIN I, il primo veicolo subacqueo creato per l'ispezione degli oleodotti, impiegato prevalentemente nel Mare del Nord, lo HUGIN 3000 è il capostipite dell'attua-

***Un Kongsberg HUGIN-1000 a bordo di un cacciamine classe KATANPÄÄ della Marina Finlandese.***

le famiglia che si compone anche di HUGIN 1000 e HUGIN 4500 (con il numero che indica la profondità massima raggiungibile in metri). Lo HUGIN 3000 è stato acquistato da diversi operatori commerciali e centri di ricerca che lo hanno impiegato con successo per applicazioni offshore nel Golfo del Messico, in Africa occidentale, in Brasile e in Mediterraneo. Da questa esperienza è derivato lo HUGIN 1000, ottimizzato per impiego militare in missioni MCM, ISR, idrografiche ed in alcuni casi ASW. L'AUV ha una lunghezza di 4,5 m, un diametro di 75 cm, e un peso di 650-850 kg. La profondità massima operativa è di circa 1.000 m, ma con preparazione può arrivare fino a 3.000 m. La velocità varia tra i 2 e i 6 nodi secondo la tipologia di missione e le condizioni del mare. Per una missione tipo alla velocità di 3 nodi, lo HUGIN 1000 può operare per tempi compresi fra 50 e 70 ore. Il payload tipico comprende uno o più multi-beam ecosounder, sub-bottom profiler, sonar a scansione laterale, sonar ad apertura sintetica, termometri, batimetri, sensori di torbidità e videocamere. Tuttavia, il corpo centrale dell'AUV è riconfigurabile a seconda della missione. Lo HUGIN 1000 è utilizzato da diversi Paesi tra cui Italia (almeno 2 esemplari, a bordo del cacciamine VIESTE, vedi RID 2/18 pag. 10), Finlandia (a bordo dei 3 cacciamine classe KATANPÄÄ costruiti da Intermarine), Norvegia (almeno 6 esemplari, di cui 4 usati nel ruolo MCM) e Polonia (almeno un esemplare).

## AUV extra-large

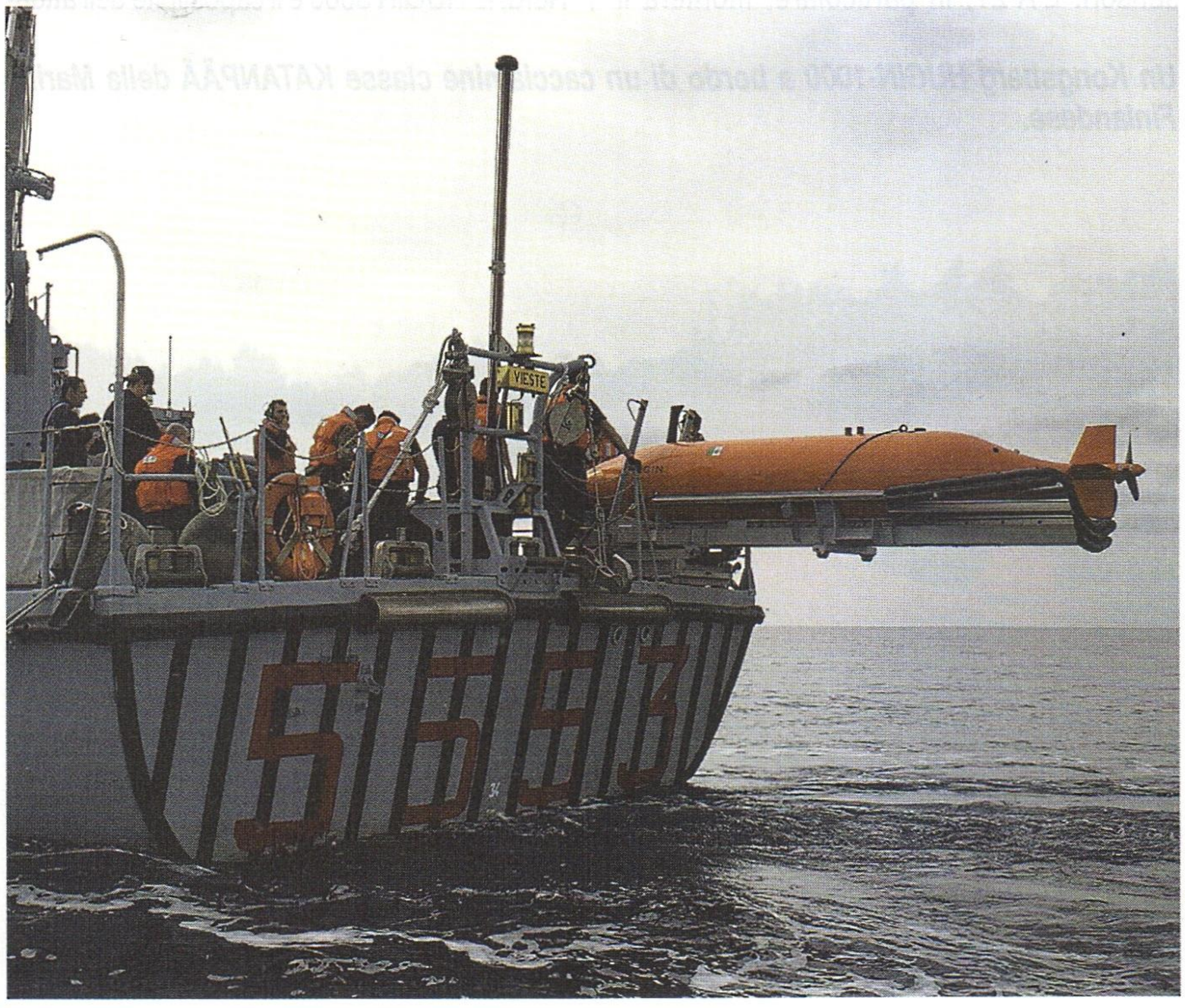
I progetti di questo genere non sono molti, ma le capacità che questa classe di UUV esprime sono davvero notevoli. Nei ruoli ISR, gli AUV di questo genere garantiscono grande persistenza in area di operazioni, e dunque la capacità di monitoraggio continuo, e hanno un significativo raggio d'azione che consente grande efficacia anche nelle missioni di oceanografia. Singolare l'impiego nel ruolo ASW, che prevede il dispiegamento di grandi UUV per tenere la forza subacquea avversaria sotto costante pressione e pericolo di essere scoperta (hold-at-risk). Infine, questi UUV possono servire perfino come moduli di trasporto per operatori SOF o di materiali per le forze speciali o per proxy in territorio ostile.

Alcuni esempi per questo tipo di macchine sono il Bluefin Robotics PROTEUS e il Boeing ECHO VOYAGER. Il PROTEUS è un mini-sommergibile lungo 7,8 m, largo 1,61 m e alto 1,62 m. Il peso a pieno carico è di oltre 3.700 kg, di cui più di 1.600 kg di carico utile. Il mezzo è caricabile e rilasciabile attraverso un portellone lungo 152 cm e largo 54 cm. All'interno della stiva (volume di 4,8 m3) è possibile caricare materiali, subacquei o, in prospettiva, armamenti. Nella configurazione per il trasporto di subacquei/incursori, il veicolo è provvisto di un kit che permette di garantire aria a un team di massimo 6 persone per circa 10 ore. Per il trasporto di materiali o per altre missioni, invece, l'autonomia arriva fino alle 50 ore. Il PROTEUS è propulso da un motore elettrico che gli consente una velocità di circa 9 nodi. La strumentazione di bordo comprende apparati di comunicazione (VHF, Iridium, FreeWave, interfono per comunicazione interna) e di navigazione (4 telecamere esterne e un sonar multi-beam per evitare gli ostacoli). L'UUV può essere pilotato dall'esterno oppure navigare in maniera autonoma. Nel primo caso la profondità di servizio è di circa 45 m, nel secondo di 60 m. Secondo Bluefin il mezzo è stato concepito per le esigenze delle forze speciali, probabilmente per i SEAL. Però non è chiaro se si tratti di una ricerca in vista di requisiti futuri oppure se ci sia un'aliquota di PROTEUS già operativi.

Il Boeing ECHO VOYAGER è il veicolo subacqueo che farà da base per il requisito US Navy Extra Large Unmanned Undersea Vehicle (XLUUV), conosciuto come ORCA. Boeing e Lockheed Martin sono state ammesse alla fase di design, da completarsi entro il 2018, ed hanno ricevuto, rispettivamente, 42,3 e 43,2 milioni di dollari. Al termine, uno solo dei 2 progetti presentati verrà dichiarato vincitore e riceverà un ordine iniziale di 5-9 prototipi. Il veicolo che ne risulterà sarà così in grado di sostituire un'intera nave per alcuni profili di missione, dal momento che è prevista una permanenza in area operazioni di diversi mesi. La proposta di Lockheed Martin non è ancora nota, ma per Boeing, come detto, questa si baserà sull'ECHO VOYAGER. Si tratta di un vero e proprio sommergibile diesel-elettrico non pilotato. La propulsione è assicurata da un motore elettrico fino ad esaurimento batterie, che "costringe" il battello a risalire in superficie per ricaricare. Senza equipaggio a bordo, però, non esiste alcun problema legato alla tenuta fisica e psicologica dei marinai. Per via delle sue dimensioni, il battello viene immesso in acqua da una regolare banchina portuale. Si tratta di un mezzo della classe delle 50 t, lungo 15,5 m, largo 2,6 m e alto altrettanto, nella configurazione base. I payload modulari si inseriscono nella parte centrale del corpo. Il modulo per payload, più compatto, porta la lunghezza complessiva dello scafo a 16,8 m, il più grande ad un massimo di 24,7 m. In pratica, lo spazio disponibile a bordo copre una lunghezza massima di 9,1 m ed offre un volume interno disponibile tra i 25,5 $m^3$ e i 56,6 $m^3$, oltre alla possibilità di montare carichi esterni, per un peso massimo di 8 t. Uno spazio di queste dimensioni offre numerosissime combinazioni per sensori o armamento, in pacchetti o moduli oggi allo studio. Alcuni strumenti sono stati già testati, come il sonar ad apertura sintetica Raytheon PROSAS PS60-6000, i sistemi di comunicazione IMMARSAT IV e IRIDIUM o alcuni tipi di FLS. L'ECHO VOYAGER può operare fino ad una profondità massima di 3.000 m, ad una velocità compresa tra 2,5 e gli 8 nodi. Secondo Boeing, il battello può rimanere in acqua per mesi, percorrendo distanze dell'ordine dei 4.000 km e ricaricando le batterie ogni 280 km circa.

In questo settore, le aziende europee sono un po' indietro. Sebbene esistano AUV abbastanza grandi da poter essere inclusi in questo segmento, come l'ECA Group ALISTAR 3000 – pesante 2.100-3.000kg e capace di scendere fino a 3.000 m di profondità – il loro impiego in ambito militare non è ancora stato testato – o, perlomeno, non è conosciuto.

*La poppa del cacciamine VIESTE con l'AUV HUGIN 1000. (foto: MM)*




© Riproduzione riservata

# Se hai RID nel cuore...

## ...conservala nel raccoglitore!

*Con i raccoglitori di RID conservare la rivista è comodo e facile!*
*Potrai così avere sempre a portata di mano ogni copia nel più perfetto ordine.*
*I raccoglitori sono realizzati per contenere un'intera annata di RID.*
*Il costo è di soli 10 Euro e... più ne compri, più risparmi!*

**1 raccoglitore**
**€ 10,00**
+ € 9,00 spese di spedizione e imballo

**da 2 a 5 raccoglitori**
**€ 9,00 l'uno**
+ € 12,00 spese di spedizione e imballo

**da 6 a 10 raccoglitori**
**€ 8,50 l'uno**
+ € 12,00 spese di spedizione e imballo

**11 raccoglitori e oltre**
**€ 8,00 l'uno**
+ € 18,00 spese di spedizione e imballo

Le spese di spedizione e imballo sopra indicate sono relative a spedizioni in Italia e non in contrassegno.
Eventuale contrassegno prevede una maggiorazione di € 3,00.
Le spedizioni all'estero sono effettuabili solo previo pagamento dell'ammontare totale.
Per eventuali informazioni: Tel. 0185/30.86.06 – ordini@rid.it.

*... e se, mentre riponi la tua collezione nei nuovi raccoglitori, ti accorgi di qualche numero mancante, approfitta di questa fantastica offerta per l'acquisto degli arretrati*

| ARRETRATI | ITALIA | EUROPA | RESTO DEL MONDO |
|---|---|---|---|
| 1 copia | € 12,00 | € 16,00 | € 20,00 |
| da 2 a 3 copie | € 11,00 cad. | € 15,00 cad. | € 19,00 cad. |
| da 4 a 6 copie | € 9,50 cad. | € 14,00 cad. | € 18,00 cad. |
| 7 copie e oltre | € 9,00 cad. | € 13,00 cad. | € 17,00 cad. |

I costi degli arretrati sono comprensivi delle spese di spedizione e imballo.
Per il territorio nazionale è possibile, applicando una maggiorazione di € 10,00, ricevere le copie arretrate in contrassegno, pagando direttamente alla consegna del pacco.

**E' possibile effettuare qualsiasi ordine direttamente online collegandosi al nostro sito www.rid.it oppure scrivendo a ordini@rid.it**

**Ritagliare il coupon ed inviare a: GIORNALISTICA RIVIERA SC, Via Martiri della Liberazione, 79/3, 16043 Chiavari (GE), Tel. 0185/308606, Fax 309063**

Nome e Cognome _____ Via/Piazza _____ n._____

Città _____ Prov._____ C.A.P. _____

Desidero ricevere n. _____ raccoglitori per un totale di € _____ più € _____ per contributo spese di spedizione e imballo. Richiedo inoltre i seguenti numeri arretrati di RID _____

_____ per un totale, come da offerta, di € _____

☐ Allego assegno intestato a Giornalistica Riviera sc (solo per l'Italia)
☐ Allego bollettino di versamento su c.c.p. n. 16031163 (solo per l'Italia)
☐ Allego contabile bonifico su c.c. intestato a Giornalistica Riviera sc, IBAN: IT12J0503431950000000002978
☐ Pagherò in contrassegno aggiungendo € _____ per contributo spese di spedizione e imballo (solo per l'Italia)
☐ Ho effettuato il pagamento tramite vaglia postale internazionale intestato a Giornalistica Riviera sc, Via Martiri della Liberazione 79/3, 16043 (solo per l'estero)

I suoi dati non saranno diffusi a terzi e saranno conservati dalla GIORNALISTICA RIVIERA sc nel rispetto del DLGS 196/2003 sulla tutela dei dati personali. Qualora non desiderasse ricevere ulteriori comunicazionied eventuali offerte vantaggiose, barri la casella a lato. ☐

Firma _____

*Nella nuova configurazione il ponte galleggiante PFM consente di dar vita a un traghetto classe MLC-40 con 2 soli moduli autopropulsi da 10 m, mantenendo l'intero spazio a disposizione del carico grazie all'uso delle nuove rampe. (foto: CNIM)*

Paolo Valpolini

# Nuova vita per il ponte galleggiante PFM

**Non tutti i sistemi sviluppati nel corso della Guerra Fredda, quindi per il teatro operativo europeo, sono in grado di adattarsi ai nuovi scenari. Tuttavia, tenendo conto dei bilanci e delle priorità nel rinnovamento degli equipaggiamenti, dare alle Forze Armate la possibilità di aggiornare i loro sistemi significa consentire loro di mantenere intatte determinate capacità operative e, possibilmente, ampliarle grazie a un incremento di flessibilità dei sistemi stessi.**

È ciò che ha fatto CNIM (Constructions Navales et Industrielles de la Méditerranée), che ha sviluppato un'evoluzione del proprio PFM (Pont Flottant Motorisé), il ponte galleggiante autopropulso, in dotazione, in Europa, ai reparti del Genio Pontieri di Francia, Italia e Svizzera. Lo sviluppo del PFM F2, questa la sigla, è nato dai nuovi requisiti espressi dall'Armée de Terre sulla base delle lezioni apprese nelle più recenti missioni. La necessità di superare corsi d'acqua con mezzi galleggianti in grado di seguire le colonne e di essere assemblati rapidamente, trasportando carichi medi, è emersa, ad esempio, nelle missioni in Africa. A ciò si aggiungeva il bisogno di rispondere alle esigenze di supporto in caso di calamità naturali in Patria, e in particolare alla temuta grande esondazione della Senna (1). Ad oltre 30 anni dall'ingresso in servizio con i reparti del Genio francese (i primi moduli del PFM sono stati consegnati nel 1985) era imperativo intervenire a livello manutentivo, e si è quindi approfittato per effettuare un intervento radicale in grado, non solo di allungare la vita operativa del materiale di almeno altri 20 anni, ma anche di incrementarne la flessibilità operativa. Da qui il contratto di sviluppo, firmato il 22 dicembre 2015.

Prima di passare a descrivere le modifiche ricordiamo che il PFM, nella versione originaria, si compone di moduli galleggianti lunghi 10 m e di moduli rampa. Con questi è possibile creare portiere di diversa classe, fino a MLC-65, in funzione del numero di elementi e delle condizioni al contorno, e di ponti classe MLC-70

*In questa foto di dettaglio è possibile vedere come la rampa originaria impegni buona parte dell'elemento di ponte sul quale poggia; questa portiera classe MLC-50 è costituita da 4 elementi di ponte e 2 rampe, ossia un convoglio di 6 autocarri con rimorchio. (foto P. Valpolini)*

(1) Per rispondere a un'eventuale grande esondazione della Senna (tipo quella del 1910) il Ministero della Difesa ha messo a punto il piano NEPTUNE. Il piano consente di dar vita a un contingente interforze di 10.000 militari che possono essere impiegati fin dai primi momenti della piena, in cooperazione con polizia e pompieri. Lo scenario prevede l'assenza di energia elettrica, acqua potabile e collegamenti telefonici e, oltre ad assicurare l'evacuazione della popolazione, prevede anche quella dei centri decisionali, compresi i servizi informatici, che possono essere trasferiti sul centro informatico di Nantes. Il piano NEPTUNE è l'equivalente militare del piano ORSEC, messo a punto dalla Protezione Civile.

per i cingolati e MLC-80 per i ruotati (secondo le specifiche dell'Armée de Terre). Con il sistema attuale, per formare una portiera classe MLC-40, è necessario usare 4 moduli, ossia 4 elementi galleggianti 2; dei quali dotati di rampe di estremità, quindi 4 rimorchi e altrettante motrici (2). Un carico notevole, considerando la possibile necessità di doverlo rischierare per via aerea. Ridurre l'impatto logistico del sistema era quindi una delle priorità; ma in teatro operativo, quando sovente il numero dei militari impiegati è stabilito dai limiti dei finanziamenti, è anche importante riuscire ad esprimere una capacità, specie di supporto tattico, con il minor numero di uomini possibile, per massimizzare la forza combattente. A queste esigenze CNIM ha risposto modificando in modo assai radicale il proprio PFM, senza però stravolgerne i concetti.

In primo luogo si è messo mano alla motorizzazione; un singolo modulo, sia esso dotato di rampa o meno, è propulso da 2 motori Yamaha da 75 HP, ognuno dei quali è gestito da un operatore. Nella versione F2, CNIM ha dotato i moduli di un sistema di controllo che permette a un solo operatore di controllare in direzione e accelerazione entrambi i propulsori, che sono sostituiti con 2 motori da 90 HP. Questo consente di dimezzare il personale di un singolo modulo, ma CNIM si è spinta oltre: infatti quando vengono uniti 2 moduli per formare un traghetto classe MLC-40, il sistema di controllo dei 2 elementi si interfaccia consentendo a un solo geniere di gestire l'intero sistema propulsivo utilizzando una consolle portatile che comunica con i singoli motori tramite un sistema wireless proprietario. Ciò significa anche semplificare il coordinamento, finora assicurato da un capo-equipaggio che dava indicazioni al personale impegnato ai motori, cosa ancor più importante in caso di operazioni notturne. Il sistema consente di modificare la direzione di spinta dei singoli motori indipendentemente dagli altri, e lo stesso vale per il numero di giri. Per consentire l'aerotrasportabilità di un traghetto, MLC-40 CNIM ha sviluppato una nuova rampa più corta, lunga 3,5 m, che può essere fissata all'estremità di un elemento galleggiante, mantenendone quindi integra la capacità di trasporto, a differenza delle rampe tradizionali che impegnano parte dello spazio di trasporto di un modulo galleggiante. L'unica limitazione rispetto alla rampa standard è l'altezza massima della riva, che rispetto al piano d'acqua non può essere superiore a un metro, pena un angolo di rampa eccessivo. In questo modo bastano 2 moduli e 2 autocarri, dimezzando l'impatto logistico.

A questo proposito anche gli autocarri verranno sostituiti: i vecchi Renault TRM-1000 lasceranno il posto a motrici Scania P-410 6x6,

(2) Di fatto questa configurazione non viene in pratica mai impiegata, e nella configurazione standard le portiere prevedono normalmente l'impiego di almeno un modulo in più.

*In questa immagine è possibile osservare come le nuove rampe siano montate all'estremità dei moduli, a differenza di quelle originarie. (foto: CNIM)*

mentre per semplificare la logistica le rampe che servono a varare gli elementi di ponte saranno installate su pianali autoscarrabili. Per trasportare un traghetto per via aerea è necessaria una sola missione di Antonov An-124 RUSLAN, sovente utilizzato dalle nazioni europee a integrazione delle loro capacità di trasporto aereo, oppure 4 missioni di A-400M ATLAS. Da notare che anche se le nuove rampe limitano la classe del traghetto a MLC-40, questa è più che sufficiente per trasportare quelli che sono abitualmente i mezzi più pesanti impiegati dall'Armée de Terre nelle operazioni non convenzionali, ovvero il ruotato da combattimento VBCI e l'autocannone CAESAR da 155/52 mm.

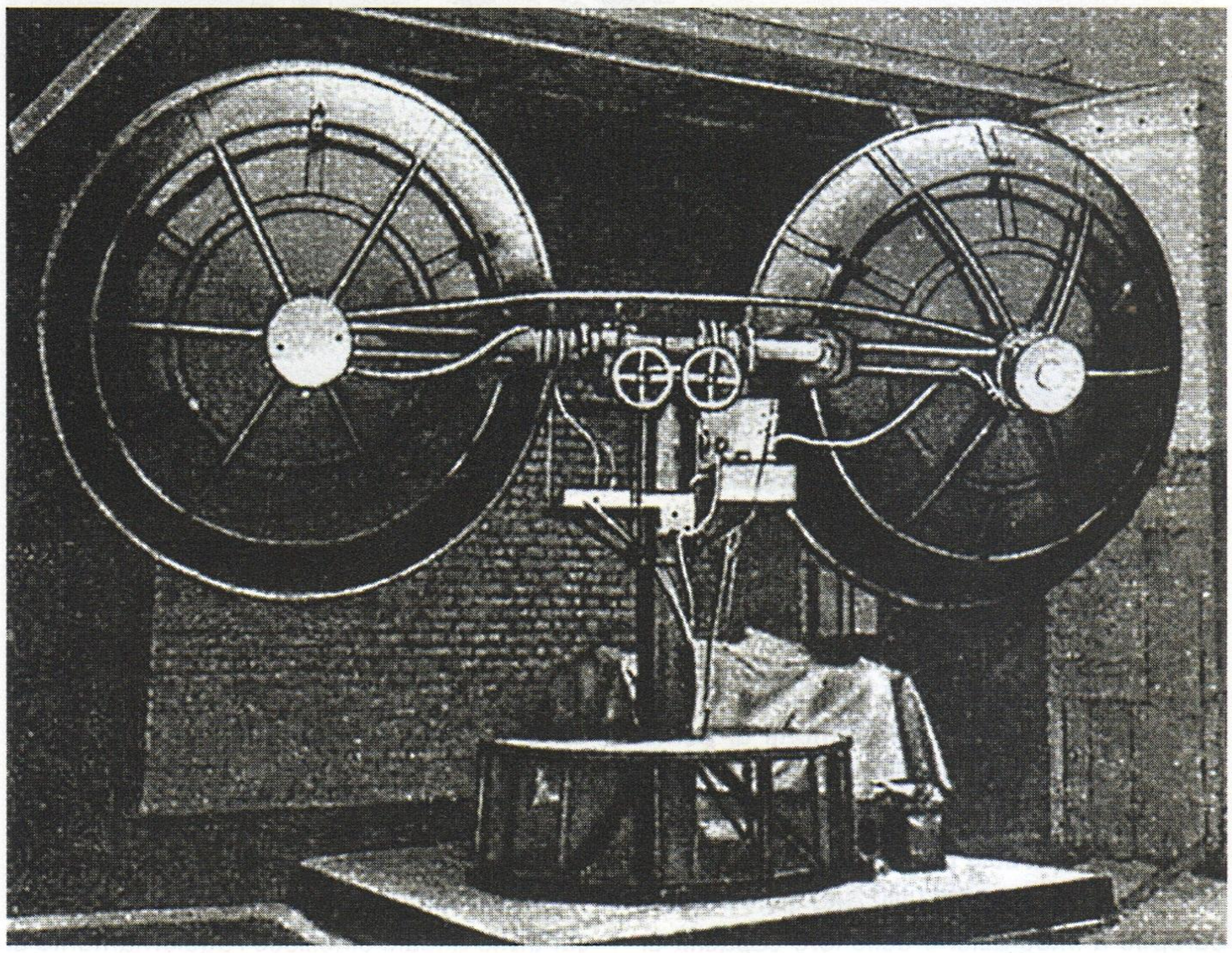
CNIM ha di recente consegnato all'Armée de Terre i primi 2 prototipi di moduli aggiornati e 2 nuove rampe corte, concludendo così la fase di sviluppo, fabbricazione prototipica e prove industriali. Questi elementi sono stati consegnati al 6ème Régiment du Génie di Angers, sede anche della Scuola del Genio dell'Esercito Francese, che nei prossimi mesi effettuerà le prove di valutazione operativa, al termine delle quali si passerà all'omologazione del sistema. Nel frattempo a La Seyne sur Mer, nei pressi di Tolone, nello stabilimento dal quale esce gran parte della produzione destinata alla difesa, CNIM ha già ricevuto un certo numero di elementi di PFM consegnati dall'Armée de Terre, dei quali inizierà subito lo smontaggio per effettuare gli interventi manutentivi sulle parti meccaniche e quindi portarli al nuovo standard. La consegna dei primi elementi ammodernati di serie è prevista nel 2020. Il contratto attuale stabilisce l'aggiornamento di 200 m di ponte, pari a 20 elementi, ma il documento prevede una serie di fasi condizionali per giungere a un totale di 500 m. Ritornando agli autocarri, il cui numero sarà pari a quello dei moduli ammodernati, il 50% circa di essi sarà dotato di cabina blindata per assicurare la dovuta protezioni agli equipaggi schierati in teatro operativo.

L'aggiornamento dei PFM messo a punto secondo i requisiti dell'Armée de Terre potrebbe interessare anche gli altri utilizzatori del sistema di ponte autopropulso, quantomeno quelli europei. In primis l'Esercito Italiano, che ha anch'esso necessità di un intervento di "ringiovanimento" quantomeno di parte dei moduli in servizio. Un ulteriore passo avanti potrebbe essere quello di innalzare la classe di ponte per i cingolati a MLC-80 per allinearsi sia alle più recenti esigenze emerse in ambito NATO sia alle prestazioni di altri sistemi di ponti; CNIM ha già studiato le possibili soluzioni e attende unicamente un cliente di lancio.

© Riproduzione riservata

RID

*Oltre ad aggiornare gli elementi di ponte, il programma francese prevede anche la sostituzione delle motrici, metà circa delle quali sarà dotata di cabina blindata. (foto: CNIM)*



***Il sistema radar sperimentale progettato dall'istituto LEFI nel 1935 da utilizzare per il puntamento delle batterie antiaeree. Da questo prototipo fu derivato il radiolocalizzatore BURYA.***

Mauro Fiorini

# I radar russi della Seconda Guerra Mondiale

**Le ricerche sui radar in Unione Sovietica dall'inizio degli anni trenta alla fine del secondo conflitto mondiale**

Lo sviluppo dei primi radar negli anni '30 fu una diretta conseguenza delle ricerche sulle onde radio per permettere comunicazioni migliori, sia per l'apparato militare che per impiego civile e scientifico. Nella Russia zarista di fine ottocento Aleksandr Popov (1859-1906) iniziò i primi esperimenti per la trasmissione delle onde radio, per la precisione nel 1896, dopo avere realizzato il 7 maggio dell'anno precedente (1) un ricevitore in grado di rilevare l'avvicinarsi di una tempesta. Pur essendo un ottimo sperimentatore Popov non aveva caratteristiche imprenditoriali come Guglielmo Marconi, quindi negli anni successivi in Russia non ci fu un'adozione su larga scala della radio, anche se gli istituti di ricerca mantenevano un alto livello di conoscenze. Solo dopo la Rivoluzione del 1917 si riconobbe l'importanza della radio come mezzo di propaganda e di diffusione delle idee comuniste; i ricevitori privati rimasero comunque pochi, data la scarsa produzione industriale, ma altoparlanti collegati a radio erano installati in scuole, industrie, luoghi di ritrovo e piazze importanti.

In Russia la prima annotazione sulla deflessione delle onde radio causate da un oggetto metallico fu fatta dallo stesso Popov nel 1897, quando durante un test di comunicazione tra 2 navi russe nel Baltico notò una variazione nel segnale ricevuto nel momento in cui un altro vascello attraversò il percorso di trasmissione del segnale. Lo scienziato prese nota di quanto accaduto, ma non fece ulteriori sperimentazioni. Pochi anni dopo, durante la Prima Guerra Mondiale, furono utilizzati da vari belligeranti dei bombardieri a lungo raggio in grado di volare di notte e di portare un notevole carico di bombe; visti i continui progressi in campo aeronautico era fondamentale per la neocostituita Unione Sovietica trovare un metodo di individuarne la posizione nel modo più veloce ed efficiente. A quel tempo in URSS vi erano 2 principali interessati ad un sistema per l'avvistamento degli aerei nemici: il primo era l'Amministrazione Principale dell'Artiglieria (AU secondo l'acronimo in cirillico, GAU dal 1940), a cui serviva un sistema ognitempo per il puntamento dei cannoni antiaerei; vi erano poi le Forze di Difesa Aerea (PVO), che necessitavano di un sistema per l'avvistamento lontano in modo da fare decollare in tempo gli intercettori (2). L'individuazione degli incursori per il PVO era affidata al VNOS (Unità di osservazione, allarme e comunicazione aerea), un corpo dedicato al rilevamento dei velivoli mediante postazioni di avvistamento ottico. Queste ultime però avevano già perso parte della loro efficacia durante la Prima Guerra Mondiale, con il passaggio al bombardamento notturno; inoltre, con le continue migliorie tecnologiche (maggiore velocità e quota dei velivoli), l'allarme poteva arrivare senza il preavviso necessario per allertare le difese aeree. Il problema era comune a molti Paesi, come la Gran Bretagna, che inizialmente indirizzò le ricerche in campo acustico e per migliorare i sistemi ottici; in questo Paese il problema era decisamente allarmante, come dimostrato durante alcune esercitazioni negli anni '30, quando quasi metà dei comunque lenti bombardieri Vickers VIRGINIA furono in grado di passare indisturbati attraverso le difese aeree. Come nel caso russo, anche i britannici si orientarono in seguito, com'è noto, verso l'uso delle onde elettromagnetiche per la rilevazione dei velivoli.

***Aleksandr Stepanovic Popov fu un fisico russo che lavorò alla Scuola Navale di Kronstadt, dove realizzò un rivelatore di scariche atmosferiche (fulmini). Per questo lavoro in Russia è considerato l'inventore della radio al posto di Marconi. Fu comunque il primo russo a rilevare la deflessione di onde radio da oggetti metallici.***

## I primi approcci per la rilevazione di aerei in volo

Per i propri requisiti il GAU assegnò le ricerche all'ingegnere militare (in seguito Ten. Gen.)

---

(1) Il 7 maggio è ancora denominato in Russia "Giornata della Radio".

(2) Secondo il sistema militare sovietico il PVO era una forza militare separata dall'Aviazione, con il compito di difendere lo spazio aereo dell'Unione Sovietica.

***Un ricevitore acustico per il puntamento di un proiettore fotoelettrico utilizzato in Unione Sovietica nel 1932. La necessità di trovare un sistema di rilevazione degli aerei nemici con prestazioni superiori, specialmente di notte o in condizioni di cattivo tempo, fu alla base delle ricerche sui radar.***

Mikhail Lobanov (1901-1984), che in tempi brevi presentò un prototipo la cui denominazione, PROZHZVUK, era data dall'unione delle parole prozhektor (riflettore) e zvuk (suono). Era un insieme di ricevitori acustici a forma di tromba, le cui uscite erano amplificate elettronicamente e quindi inviate alle cuffie degli operatori, in modo da distinguere elevazione e direzione dell'aereo; mediante un sistema automatico un riflettore veniva puntato verso il bersaglio utilizzando questi dati. I primi test furono condotti all'inizio del 1932; a marzo si tenne il test finale, ma il puntamento dell'aereo riuscì solo al secondo tentativo. Dopo una serie di altri esperimenti si ottenne un 50-60% di successi, ma in condizioni ideali: vento nullo (che altrimenti poteva ridurre sensibilmente la distanza di acquisizione del bersaglio) e nessun altro aereo in volo a produrre rumore di fondo; l'aereo doveva poi essere "collaborativo", cioè non effettuare manovre di disimpegno per uscire dalla zona di ascolto audio. Furono possibili solo dei progressi marginali, come l'aumento della potenza luminosa del proiettore, un maggiore addestramento degli operatori e un miglioramento della sincronia tra i dispositivi acustici e i proiettori. Furono utilizzati anche degli operatori ciechi, supponendo che avessero un senso uditivo più sviluppato, ma non si ottennero sviluppi significativi.

Nel giugno 1932 il PROZHZVUK fu presentato ad una commissione governativa, che in seguito fece intervenire altri istituti di ricerca per proporre migliorie al sistema. Tra agosto e settembre furono testati dal GAU una serie di nuovi apparati di scoperta acustica, ma senza progressi sostanziali nonostante l'apporto degli scienziati e l'aumento delle dimensioni dei ricevitori. Comunque, dato che al momento non c'era niente di meglio, il PROZHZVUK fu messo in produzione alla fine dell'estate del 1932. Agli scienziati russi erano comunque chiari i vantaggi offerti dall'uso di onde elettromagnetiche: tra questi vi era l'elevatissima velocità di propagazione e la un'elevata efficacia di giorno, di notte e pure in condizioni meteo avverse (nubi, pioggia). Mentre nel resto del mondo queste ricerche furono seguite da pubblicazioni sulle riviste specializzate, almeno nelle prime fasi in Unione Sovietica gli scienziati lavorarono spesso isolati gli uni dagli altri, data la generale fobia sulla presenza di spie al servizio di potenze straniere. Tutti i lavori sui radar furono classificati come segreti e i risultati di molti studi videro la luce su pubblicazioni tecniche solo dopo la guerra. Per non lasciare scoperto nessun campo di ricerca scientifica, Lobanov ricorse all'Istituto Elettrotecnico di Mosca (VEI), dove il Professore V. Granovski dal 1929 stava studiando come rilevare l'emissione infrarossa (IR) prodotta dai velivoli. In questo caso si utilizzava lo specchio paraboloide da 1,5 m di diametro di un normale proiettore fotoelettrico, installando nel suo fuoco un sensore infrarosso, il cui segnale era alternato ad una sorgente nota. Si otteneva un massimo nel segnale ricevuto quando lo specchio era direzionato perfettamente verso l'aereo, in modo che la sua radiazione IR fosse focalizzata sul sensore, che creava 2 segnali distinti per l'azimut e l'elevazione. Il segnale in uscita era amplificato e inviato alla cuffia di un operatore, che agiva sui sistemi di puntamento dello specchio per mantenere il segnale al suo massimo; venne anche realizzato un sistema automatico in grado di seguire autonomamente il velivolo nemico, dato che la grande direzionalità del sistema (1,2 gradi) rischiava di fare uscire facilmente l'aereo dal fascio ricevente. Questo sistema, denominato TEPLOPELENGATOR (indicatore di rilevamento termico), venne testato tra il 1932 e il 1934 in diverse condizioni contro velivoli sia monomotori che plurimotori. Contro questi ultimi si ottenne una distanza di scoperta di 10-12 km, ma solo di notte (assenza del sole e suoi riflessi) e senza nubi di sfondo all'aereo. Anche la presenza della Luna oppure di nuvole con bordi ben distinti facevano attivare il sistema, che iniziava ad inseguire in modo automatico queste formazioni naturali. La distanza minima infine era di 5 km, sotto la quale non si riusciva più a tracciare l'aereo dato il lento tempo di risposta del sensore. Era chiaro che il sistema non aveva possibilità di essere impiegato per la scoperta e l'inseguimento di velivoli, quindi, per non cancellare 5 anni di lavoro, si tentò di utilizzarlo per la scoperta di carri armati. Anche in questo caso fu di poca utilità, riuscendo a rilevare un carro T-26 a 1.000-1.200 m di distanza, ma solo inquadrandone il retro dove alloggiava il motore, che era la maggiore fonte di energia infrarossa. Di fronte o sui lati questa distanza scendeva a 300-400 e 600-800 m rispettivamente; mezzi militari di minori dimensioni erano avvistati solo a distanze ancora più basse, mentre la presenza di alberi, muri, cespugli o altro sulla linea di vista rendeva la rilevazione praticamente impossibile.

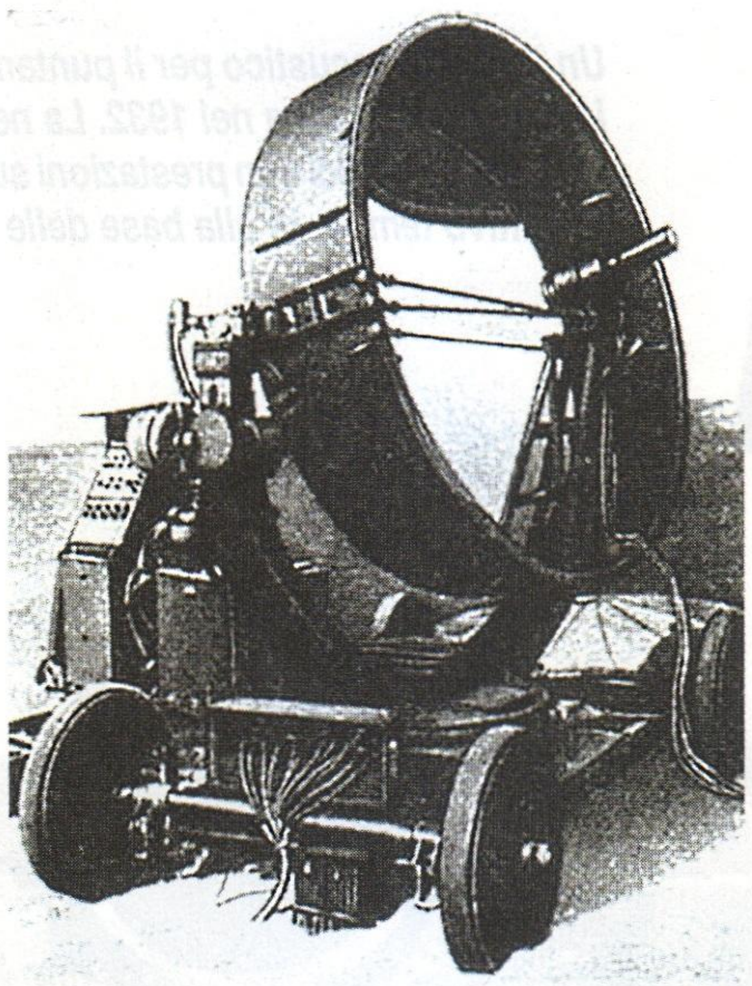
***Il Tenente Generale Mikhail M. Lobanov. Agli inizi della carriera Lobanov diede un contributo determinante allo sviluppo dei radar sovietici.***

L'ultimo tentativo di provare il TEPLOPELENGATOR per l'individuazione di navi a distanza venne effettuato nel giugno-luglio 1934. Il sistema fu testato sul Mar Baltico iniziando con delle imbarcazioni mercantili, ma con poco successo, dato che il range di rilevazione era di 8-9 km. Subito dopo si passò alle navi militari, dotate di motori più potenti e quindi con maggiore emissione infrarossa; un pattugliatore fu rilevato a distanze di 12-16 km, mentre con un cacciatorpediniere si raggiunsero i 22 km; anche i sottomarini in emersione potevano essere rilevati fino a 3-4 km di distanza. Visto il discreto successo ne venne realizzata una versione di 40 cm di diametro, in modo da essere installata sulla nave da battaglia MARAT, ottenendo risultati analoghi alla versione da 1.5 m. Il sistema quindi entrò in servizio nella Marina Sovietica, ma le ricerche sull'impiego della radiazione infrarossa per l'individuazione di aerei furono comunque interrotte.

Visti i relativi insuccessi in campo acustico e IR il GAU decise di indagare sulla rilevazione diretta delle sorgenti elettromagnetiche a bordo dei velivoli; già nel 1930 M. Fedosenko, affiliato all'Istituto di Ricerca Scientifica e Sperimentazione sulle Comunicazioni dell'Armata Rossa (NIIIS), aveva proposto alcuni test per captare l'energia elettromagnetica prodotta dalle candele dei motori. L'esperienza ebbe esito negativo, dato che un aereo di piccole dimensioni poteva essere individuato solo ad un km di distanza; la maggiore controindicazione di questo approccio era che sugli aerei nemici la radiazione elettromagnetica prodotta dalle candele poteva essere facilmente schermata.

L'ultimo tentativo da parte del GAU fu di analizzare la riflessione delle onde radio; dato che si stava comunque entrando nel campo delle ricerche radioelettriche, fu necessario interpellare l'istituto NIIIS come responsabile delle comunicazioni militari. Il NIIIS diede immediatamente parere negativo alle richieste di Lobanov, senza interpellare altri laboratori o centri di ricerca, in quanto riteneva che la riflessione di onde radio da un velivolo avrebbe richiesto un trasmettitore di potenza enorme, che al momento non era realizzabile secondo le capacità dell'industria sovietica.

Il GAU non si diede per vinto, e decise quindi di contattare direttamente alcuni istituti di radiofisica, il primo dei quali fu il già citato VEI di Mosca che stava lavorando sui sistemi acustici e infrarossi ma, dopo un iniziale interesse, anche gli scienziati di questo centro di ricerca si ritirarono dal progetto asserendo anche loro che il livello di potenza necessario non era raggiungibile. Analoga risposta si ebbe dal Direttorato Generale dell'Industria Elettrica (Glavesoprom), che seguiva la produzione delle fabbriche, degli istituti di ricerca e dei laboratori sparsi per il territorio dell'Unione Sovietica; dopo una dettagliata analisi dei sistemi disponibili al momento (prevalentemente acustici), il Glavesoprom confermò la possibilità di sviluppare sistemi radio, ma rilevò che al momento la loro realizzazione era prematura.

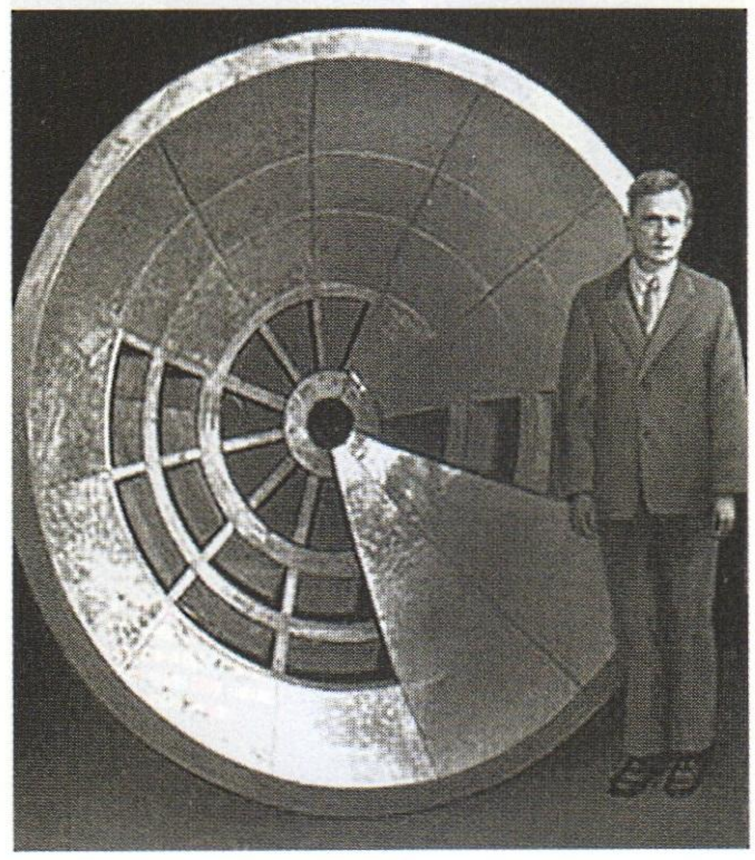


***Il tentativo di utilizzare la radiazione infrarossa prodotta dai motori degli aerei portò alla realizzazione del TEPLOPELENGATOR (prodotto nel 1934). Il sistema fu impiegato in campo navale, ma per la difesa aerea non fu di alcuna utilità.***

## Gli inizi in banda UHF

Alla fine il GAU contattò il Laboratorio Radio Centrale (TsRL), il cui Direttore rispose positivamente mettendo al lavoro Yuri Korovin (1907-1988), il leader del gruppo di ricerca sulle onde decimetriche (3); nell'ottobre 1933 venne siglato un contratto tra le 2 parti ammontante a 6.000 rubli, primo atto in Unione Sovietica per lo sviluppo e il finanziamento di un sistema radar. Fu utilizzato quanto già disponibile e sviluppato per il gruppo comunicazioni dell'Esercito: un trasmettitore ad onda continua da 50-60 cm (600 MHz), di potenza comunque molto bassa (0.2 Watt), e un ricevitore superrigenerativo. Tra i vari problemi ancora da risolvere vi era la realizzazione di circuiti ad impulsi per onde corte e la proget-

***L'antenna utilizzata nel primo esperimento radar in Unione Sovietica il 3 gennaio 1934. La persona a destra è V. A. Tropillo, uno dei tecnici impegnati nella progettazione del sistema.***



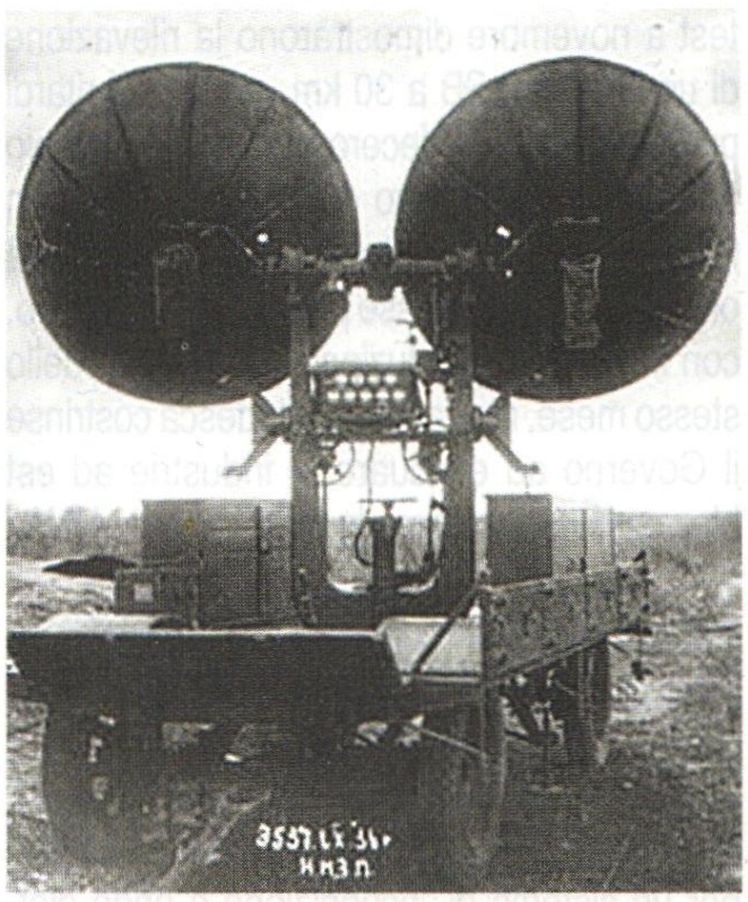
tazione delle antenne altamente direzionali funzionanti alle stesse lunghezze d'onda; alla fine si optò per 2 antenne paraboliche da 2 m di diametro realizzate appositamente.

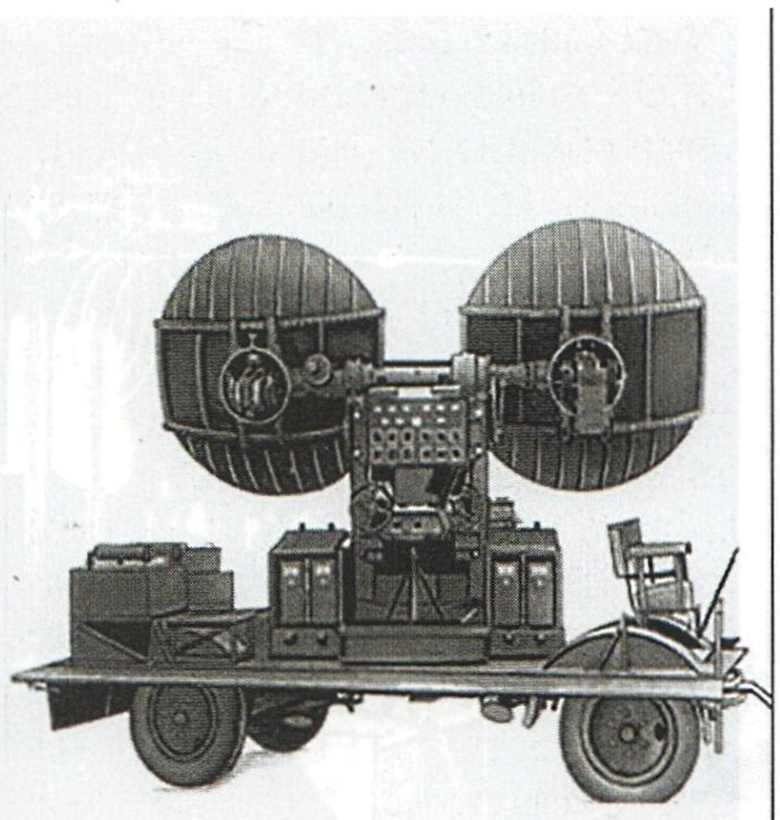
Il sistema fu provato sul Golfo di Leningrado, con le 2 antenne posizionate a 20 m una dall'altra, la prima sulla costa e la seconda su una postazione installata sulla superficie ghiacciata del mare; i primi test si dovevano condurre nel dicembre 1933, ma furono rinviati per il cattivo tempo. Solo il 3 gennaio 1934 le condizioni meteo migliorarono; come bersaglio fu utilizzato un idrovolante che per varie volte decollò e amarrò a diversi angoli rispetto alla direzione di trasmissione. Il segnale ricevuto era amplificato e inviato alla cuffia audio degli operatori; si ottenne una buona ricezione alla distanza di 600-700 m e alla quota di 100-150 m, nonostante la bassa potenza del trasmettitore. Anche se possono sembrare valori molto modesti al confronto di un sistema radar moderno, questi davano credibilità al funzionamento del sistema e contraddicevano il responso del NIIIS (4). Nei giorni successivi furono effettuati altri test, tra cui la diminuzione della distanza tra le 2 antenne fino ad un minimo di 8 m, sotto la quale il ricevitore subiva troppe interferenze dal trasmettitore, anche se uno schermo metallico interposto tra le 2 antenne poteva fare scendere questo valore fino a 1-2 m. Furono eseguiti anche dei test su delle forme geometriche elementari poste al suolo, come un disco di 25 cm di diametro a 100 m di distanza. In questo modo si potevano ottenere dei dati sulla riflettività di superfici complesse come nel caso di un aereo.

Una volta terminate le prove, il 14 febbraio 1934 il TsRL inviò un rapporto al GAU in cui Korovin prevedeva l'uso di lunghezze d'onda minori per rilevare aerei fino a 8-10 km di distanza utilizzando trasmettitori con potenze di decine di Watt e lunghezze d'onda di 10-20 cm, oltre ad adottare particolari tecniche per diminuire la distanza tra antenna trasmittente e ricevente. Il GAU approvò il documento e lo stesso giorno stipulò un secondo contratto con il TsRL per la realizzazione di un prototipo utilizzante magnetron come tubi di potenza per il trasmettitore. Il radiolocalizzatore doveva servire per il puntamento dei proiettori mediante 2 coordinate (azimut ed elevazione) e doveva essere pronto per la seconda metà del 1935. Korovin scelse di continuare ad utilizzare le onde decimetriche, con cui si poteva formare un fascio direzionale collimato utilizzando sistemi relativamente piccoli al suolo; inoltre le condizioni meteo (pioggia, nebbia) influivano poco sulla qualità di trasmissione. Si noti

(3) Tra 100 cm (1 m) e 10 cm di lunghezza d'onda, corrispondenti alla banda UHF (300 - 3000 MHz).

(4) Dal punto di vista storico questi test anticipano di oltre un anno il più famoso esperimento tenuto a Daventry, Inghilterra, il 26 febbraio 1935 che fu alla base dello sviluppo dei radar in quel Paese.

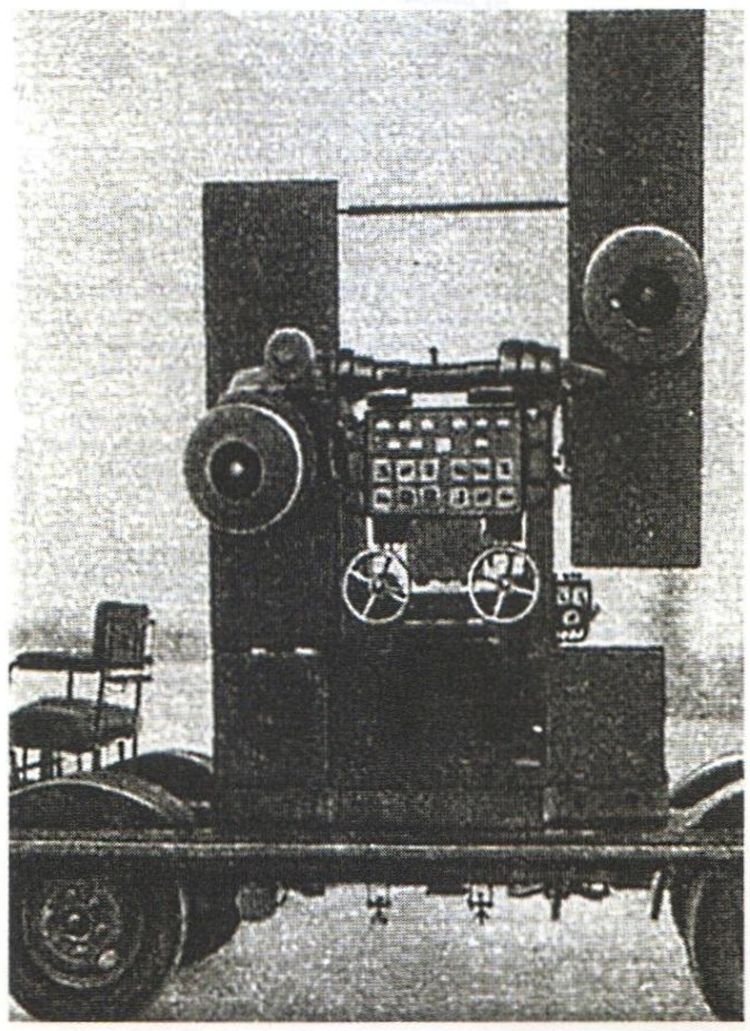




***A sinisra: il radar BURYA (Tempesta) venne sviluppato nel 1936-37 da parte dell'istituto NII-9 come radiolocalizzatore per il puntamento delle batterie antiaeree. Al centro: Yuri Korovin, impiegato al Laboratorio Radio Centrale, fu a capo del gruppo sullo sviluppo dei radiolocalizzatori dal 1933 al 1937 dietro contratto con il GAU. A destra: vista posteriore del radar B-2, un prototipo sperimentale del BURYA realizzato all'istituto NII-9 su indicazioni di Boris Shembel.***

che in questo periodo l'industria sovietica era fortemente impegnata nella realizzazione di valvole elettroniche per comunicazioni radio in linea diretta, quindi utilizzanti onde lunghe e corte (bande VLF-HF, da 3 kHz fino a 30 MHz), mentre per gli apparati radar servivano nuovi dispositivi funzionanti nelle onde corte e ultra-corte (da UHF e oltre la banda VHF).
Nel luglio del 1934 il TsRL sottopose al GAU il progetto preliminare del sistema, che fu immediatamente approvato; il prototipo venne testato a Gorky (5) nella seconda metà del 1935, dove Korovin era stato trasferito presso il Laboratorio Radio Militare-Industriale Centrale (TsVIRL), che era il principale centro in Unione Sovietica per lo sviluppo di sistemi di trasmissione. Durante i primi test fu rilevato un piccolo aereo a 3 km, ma si evidenziarono dei problemi di stabilità delle valvole elettroniche, oltre a notevoli interferenze del trasmettitore sul ricevitore. Korovin rivide il suo progetto nel 1936 in una nuova versione chiamata ENOT (Procione), utilizzante i magnetron realizzati dall'Istituto di Fisica-Tecnica di Gorky (GFTI) e 2 antenne paraboliche di 1,5 m di diametro. Anche se le prestazioni migliorarono sensibilmente (un aereo fu rilevato a 11 km), le problematiche relative all'instabilità in frequenza non furono risolte. Fu fatto il tentativo di selezionare magnetron a basso rumore, furono eliminate le vibrazioni meccaniche del sistema prodotte dai motori e migliorata la parte di alimentazione, ma i risultati furono sempre sotto le aspettative. Nonostante questi problemi Korovin pensava che nel biennio 1937-38 il TsVIRL fosse in grado di produrre un sistema di radiolocalizzazione con una portata di 75 km e una precisione di 2°, e riuscì a convincere il GAU a firmare un altro contratto. Il maggiore scoglio rimase però la disponibilità di un magnetron di qualità: quando nell'autunno del 1937 si tennero i test, le previsioni di Korovin non furono confermate. Questo portò alla chiusura del contratto da parte del GAU, dati i progressi che invece stavano compiendo altri istituti (si veda oltre). Nonostante i modesti successi il team di Korovin occupa comunque un posto rilevante nella storia dei radar sovietici perché fu il primo ad utilizzare le onde radio per l'individuazione di aerei in volo.
Il GAU, oltre al TsRL, aveva deciso di impegnare nelle ricerca anche un altro istituto, il LEFI (Istituto Elettro-Fisico di Leningrado), affidandogli un contratto fin dall'11 gennaio 1934. Nell'autunno del 1935 il LEFI fu unito all'Istituto Radio Sperimentale (REI), con personale e strutture che divennero parte del NII-9 (Istituto di Ricerca Scientifica N. 9), un nuovo ente nato apposta per lo sviluppo di importanti settori della Difesa, compreso il radar, operante a Leningrado sotto l'egida del GAU e avente alla guida il Professore Mikhail Bonch-Bruyevich (1888-1940).

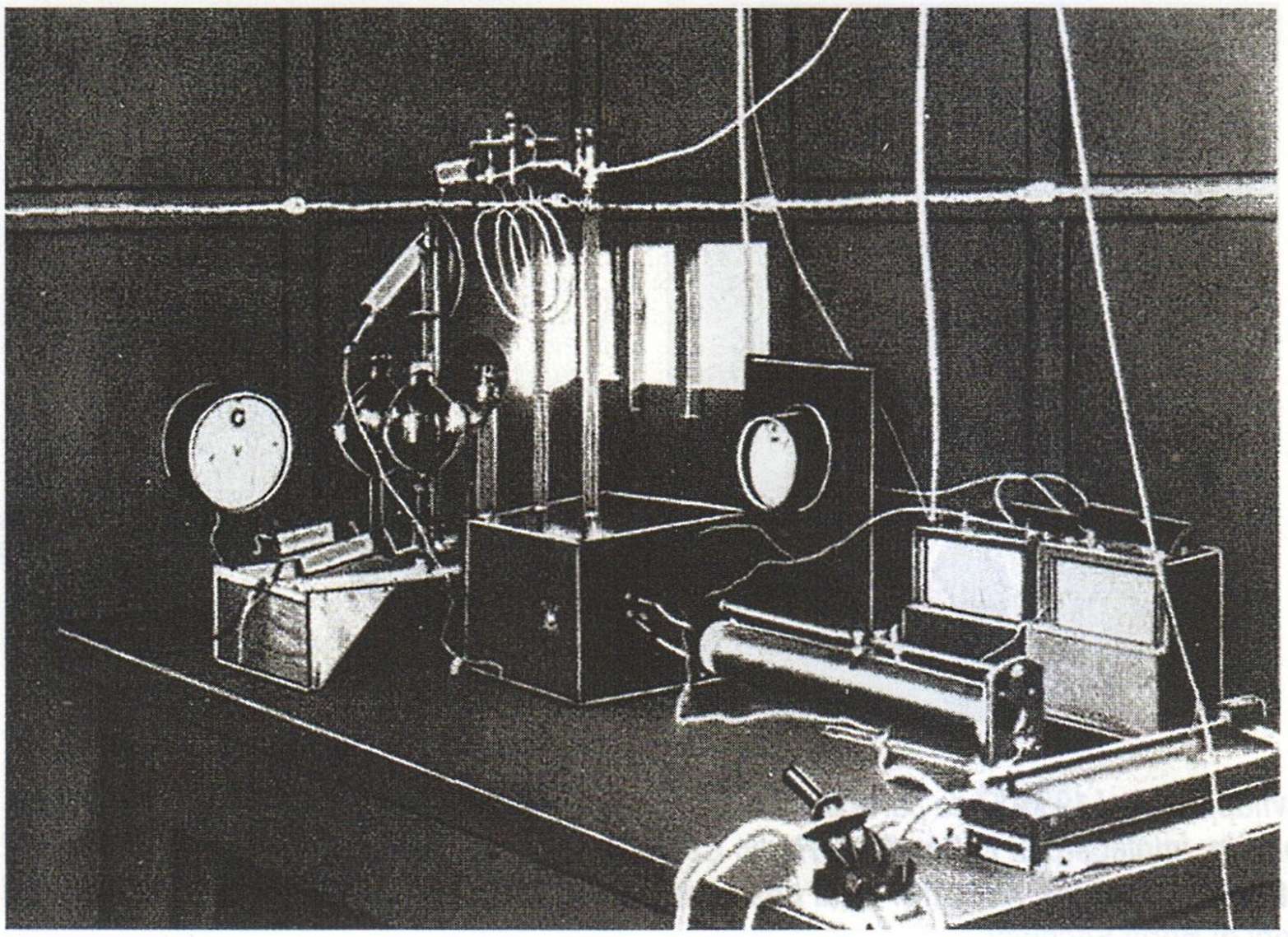
***Vista frontale del radar B-3, con in evidenza i 2 radiatori circolari per l'illuminazione delle antenne di forma rettangolare. Questa configurazione venne suggerita da Mikhail Bonch-Bruyevich per eliminare i difetti riscontrati nel BURYA.***



## I radar per artiglieria antiaerea

Nel periodo 1935-1936 fu deciso di realizzare un centro di test per sistemi di radiolocalizzazione fuori Leningrado, utilizzante una palazzina da tempo abbandonata che si trovava ad Ostrovki, 40 km a sud-est della città sulla riva del fiume Neva. Furono costruite torri per installare antenne, nuovi laboratori e anche un piccolo aeroporto per i velivoli che dovevano servire come bersagli, da fare decollare a richiesta. In questo stesso periodo Boris Shembel al NII-9 decise di utilizzare come trasmettitore un magnetron da 6-7 W in modalità continua a 18 cm di lunghezza d'onda (1,7 GHz) come parte di un sistema per la direzione dell'artiglieria contraerea. Il radiolocalizzatore (definito in russo radioiskatel, radio-cercatore) fu denominato BURYA (Tempesta); era un sistema bistatico che era possibile alimentare a batteria, utilizzante 2 antenne a parabola da 2 m di diametro. Per accelerare i test fu consegnato al NII-9 un sistema di rilevamento acustico ST-2, di cui venne utilizzato il supporto a ruote dopo avere rimosso i corni e i tubi di trasmissione audio, al cui posto furono montate le 2 antenne. A settembre-ottobre del 1936 presso il poligono di artiglieria del GAU vennero condotte le prove di rilevamento di un velivolo R-5, ottenendo una massima distanza di rilevazione di 10-11 km e un errore nella direzione di 3-4°, ancora troppo elevato per il puntamento dell'artiglieria antiaerea; le prestazioni erano comunque

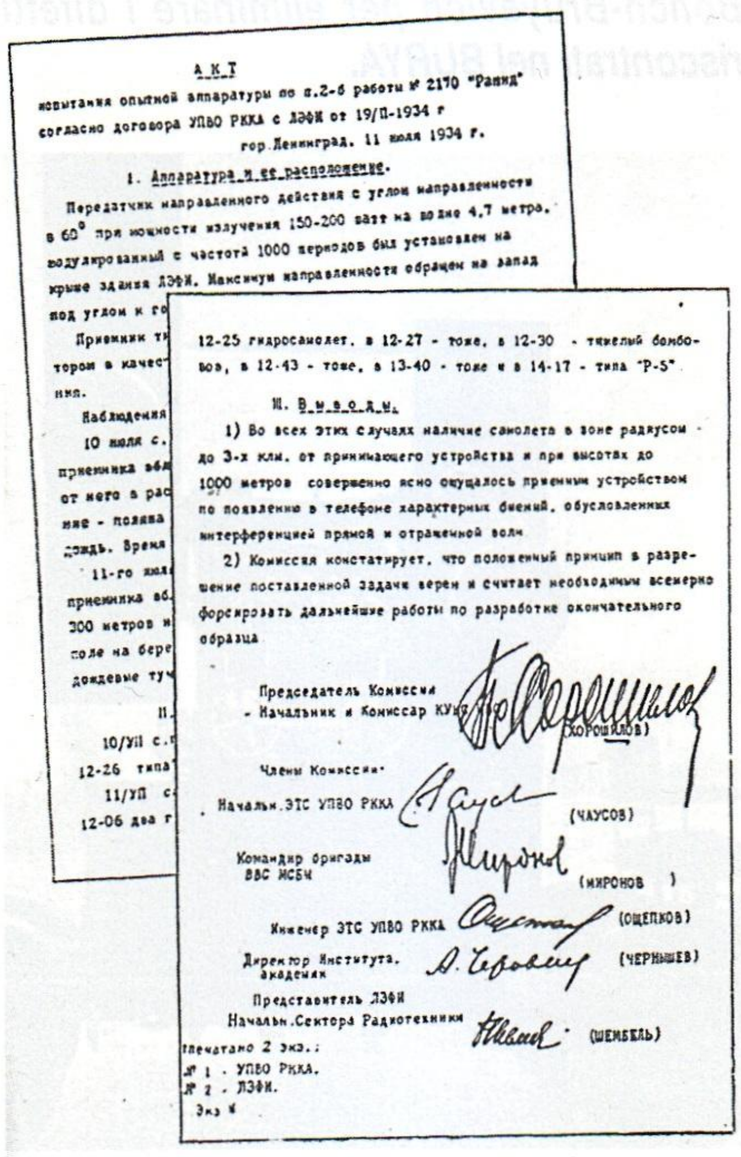
(5) Nome della città russa di Nizhny Novgorod dal 1932 al 1990.



*Il trasmettitore del radar BISTRO durante i test in laboratorio.*

migliori di quelle del sistema acustico.
Alla fine dei test del BURYA nel 1937 furono analizzati i dati raccolti, che evidenziarono la necessità di aumentare il raggio di scoperta, la precisione nella localizzazione dell'aereo e l'affidabilità del sistema. Mentre il primo problema poteva essere risolto con un aumento della potenza del trasmettitore, gli altri 2 avevano soluzioni meno immediate. Shembel propose di utilizzare un'antenna con fascio ridotto a 5-6°, con scan conico all'interno di un settore di 40-50° in azimuth ed elevazione per la ricerca e passare al tracking una volta agganciato l'aereo determinandone quindi le coordinate. Le sue proposte vennero accettate e inserite in un nuovo sistema sperimentale denominato B-2, con 100-150 Watt di potenza e installato alla stazione sperimentale di Ostrovki, riuscendo a raddoppiare il range del BURYA arrivando a 25 km. Bonch-Bruyevich propose invece di utilizzare 2 antenne con fascio a ventaglio, ampio 35-40° ma largo solo 2-3°, in grado di risolvere contemporaneamente l'affidabilità nella rilevazione e nella ricerca dell'aereo e aumentando l'accuratezza nella determinazione delle coordinate. Anche queste idee furono implementate su un altro sistema denominato B-3. Su ordine del Comitato per la Difesa alla fine del 1939 al NII-9 furono realizzati rispettivamente uno e 2 prototipi dei B-2 e B-3. I test rilevarono un maggiore range dei radar rispetto ai sistemi acustici, con una prevalenza del B-2 sul B-3 per la distanza di rilevazione (rispettivamente 14-30 km contro 12,5-17,5), mentre per quanto riguarda l'accuratezza le parti erano invertite. La maggiore manchevolezza di entrambi era la bassa probabilità di intercettazione sopra i 4.000 m; i risultati erano comunque accettabili. Per quanto riguarda la determinazione della distanza del bersaglio, al NII-9 si stava portando avanti anche lo sviluppo di un sistema apposito denominato STRELETS (Sagittario). Nell'aprile del 1940, in anticipo sul completamento delle ricerche, il GAU aveva sottoposto al Comitato per la Difesa una proposta per la produzione industriale di sistemi radio per il puntamento delle artiglierie antiaeree sulla base dei prototipi del NII-9. Ad agosto 1940 il GAU concluse il contratto per un sistema denominato LUNA formato da 2 unità: per l'azimut si sarebbe ricorsi al modello sperimentale MIMAS e per la distanza ad una variante migliorata dello STRELETS. I primi

***Al termine dei test del radar BISTRO fu redatto un rapporto congiunto PVO-LEFI in cui furono indicati i risultati ottenuti. Tra i firmatari del documento (vedi foto) c'erano Khoroshilov, Presidente della Commissione e Capo del Distretto Aereo di Mosca, Pavel Oshchepkov per il PVO e Boris Shembel per il LEFI.***



А К Т
испытания опытной аппаратуры по т.2-б работы № 2170 "Рапид"
согласно договора УПВО РККА с ЛЭФИ от 19/II-1934 г
гор.Ленинград. 11 июля 1934 г.

1. Аппаратура и ее расположение.

Передатчик направленного действия с углом направленности в 60° при мощности излучения 150-200 ватт на волне 4,7 метра, модулированный с частотой 1000 периодов был установлен на крыше здания ЛЭФИ. Максимум направленности обращен на запад под углом к го

Приемник т
тором в качест
ния.

Наблюдения
10 июля с.
приемника вбл
от него в рас
ние - появл
дождь. Время
11-го июл
приемника об
200 метров и
поле на бере
дождевые туч

10/УП с.
12-26 типа
11/УП с
12-06 два г

12-25 гидросамолет, в 12-27 - тоже, в 12-30 - тяжелый бомбовоз, в 12-43 - тоже, в 13-40 - тоже и в 14-17 - типа "Р-5"

III. В ы в о д ы.

1) Во всех этих случаях наличие самолета в зоне радиусом до 3-х клм. от принимающего устройства и при высотах до 1000 метров совершенно ясно ощущалось приемным устройством по появлению в телефоне характерных биений, обусловленных интерференцией прямой и отраженной волн

2) Комиссия констатирует, что положенный принцип в разрешение поставленной задачи верен и считает необходимым всемерно форсировать дальнейшие работы по разработке окончательного образца

Председатель Комиссии
- Начальник и Комиссар КУВ (ХОРОШИЛОВ)

Члены Комиссии:

Начальн.ЭТС УПВО РККА (ЧАУСОВ)

Командир бригады ВВС МОВ (МИРОНОВ)

Инженер ЭТС УПВО РККА (ОЩЕПКОВ)

Директор Института, академик (ЧЕРНЫШЕВ)

Представитель ЛЭФИ
Начальн.Сектора Радиотехники (ШЕМБЕЛЬ)

Отпечатано 2 экз.:
№ 1 - УПВО РККА.
№ 2 - ЛЭФИ.
Экз №

test a novembre dimostrarono la rilevazione di un bimotore SB a 30 km, ma alcuni ritardi presso la fabbrica fecero sì che allo scoppio della guerra a giungo 1941 il prototipo non fosse ancora terminato. Il Comitato di Difesa ordinò che questo fosse pronto per il 5 agosto, con inizio della produzione seriale il 20 dello stesso mese, ma l'avanzata tedesca costrinse il Governo ad evacuare le industrie ad est bloccando per sempre lo sviluppo del LUNA.

## I radar per avvistamento lontano (early warning)

In maniera indipendente dal GAU, presso il PVO fu iniziato un programma di sviluppo per un sistema di "ricognizione a onde elettromagnetiche", quello che attualmente viene denominato un radar da avvistamento lontano (early warning). Come già accennato, l'interesse del PVO era rivolto verso la rilevazione di aerei nemici nello spazio aereo dell'Unione Sovietica, per guidare l'intercettazione dei velivoli e dare l'allarme ai civili.
Pavel Oshchepkov (1908-1992), un ingegnere militare del PVO, nella seconda metà del 1933 presentò uno studio al Commissariato dell'Industria per la Difesa per un sistema per la rilevazione di aerei. La proposta fu girata ad Abram Ioffe (1880-1960), il fisico russo più rinomato al tempo e Direttore dell'Istituto Fisico Tecnico di Leningrado (LFTI), che, pur non essendo direttamente coinvolto nelle ricerche radio, diede il proprio appoggio all'iniziativa. La proposta di Oshchepkov fu accettata nel giugno 1933 con alta priorità per realizzare una "stazione elettromagnetica da ricognizione". Ad ottobre Oshchepkov venne inviato a Leningrado all'Accademia delle Scienze dell'URSS, come capo di un Bureau Speciale di Progettazione (SKB), dove iniziò a studiare un sistema di radiolocalizzazione ad impulsi per sfruttare al meglio la bassa vita utile delle valvole termoioniche del tempo (circa 50 ore). Il progetto, proposto nel settembre 1934, prevedeva la realizzazione di un sistema denominato ELEKTROVIZOR in grado di stabilire azimut e range dei velivoli intrusi; si trattava di un radiolocalizzatore panoramico con una singola stazione trasmittente al centro e alcune riceventi posizionate intorno a diverse distanze. Al momento il progetto era solo un abbozzo descrittivo, senza nessun calcolo ingegneristico.
Visto l'interesse sull'argomento, Ioffe organizzò il 16 gennaio 1934 a Leningrado una conferenza sui sistemi di rilevazione per la difesa aerea, a cui parteciparono scienziati di svariati campi della ricerca scientifica, oltre a militari del PVO. Al convegno gli esperti di ottica e acustica fecero pressioni per aumentare i fondi a loro disposizione, ma i presenti conclusero che i sistemi radio erano comunque più promettenti. Tra i partecipanti fu anche discussa la possibilità di direzionare le ricerche in campo decimetrico e centimetrico, in modo da avere fasci radio più concentrati

e quindi in grado di aumentare la precisione di rilevazione, ma Ioffe, come aveva già detto in forma privata a Oshchepkov, al contrario suggerì di continuare gli sforzi sui sistemi a lunghezze d'onda maggiori dato che si poteva aumentare più facilmente la potenza di trasmettitori già esistenti. Al termine della conferenza fu pubblicata una minuta dal titolo "Sulla questione dei metodi di rilevazione di aerei di notte, in condizione di bassa visibilità e a grandi altezze per la difesa dello spazio aereo nazionale", che fu edita personalmente da Ioffe per sottolineare la sua contrarietà ai sistemi operanti nelle bande decimetriche e centimetriche. Gli atti della conferenza furono poi pubblicati sulla rivista ufficiale del PVO all'inizio del 1934, ma poco altro fu fatto per stabilire una linea di ricerca congiunta.

In seguito al meeting il PVO stipulò un contratto con il LEFI il 19 febbraio 1934; Shembel, che come già detto stava seguendo attività simili per il GAU, fu nominato a capo delle ricerche. Secondo i termini del contratto, il LEFI avrebbe dovuto progettare e realizzare un sistema che doveva essere in grado di rilevare aerei fino alla quota di 10.000 m e a una distanza massima di 50 km, con un'accuratezza sul range del 2-5%; inoltre doveva determinare il numero di aeroplani con un errore sulla velocità fino ad un massimo di 25 km/h. Era previsto di realizzare un prototipo e condurre dei test entro il 1º luglio 1934, mentre la versione finale avrebbe dovuto essere pronta per il 1º dicembre dello stesso anno. Questi requisiti erano irrealizzabili con le tecnologie a disposizione in Unione Sovietica, e dimostravano che né il LEFI né il PVO avevano idea della complessità del lavoro da svolgere.

Shembel iniziò comunque l'attività di progettazione con uno studio sistematico della riflessione delle onde elettromagnetiche da parte di vari materiali, per poi passare ad alcune versioni iniziali del sistema impiegando dei generatori a scintilla per lunghezze d'onda di 80-100 e 20-50 cm; in seguito utilizzò alcuni magnetron con caratteristiche diverse tra loro. All'inizio di giugno 1934 venne terminato un sistema di potenza 150-200 W e operante a 64 MHz (lunghezza d'onda di 4.7 m) denominato BISTRO (rapido); il trasmettitore emetteva un largo fascio radio verso la zona da controllare, e il ricevitore effettuava una scansione verso questo "schermo elettromagnetico" in modo da rilevare le onde riflesse da un aereo. In questo modo il puntamento dell'antenna ricevente dava una grossolana indicazione della direzione dell'intruso.

Il BISTRO fu testato a metà del 1934 a Leningrado, con il trasmettitore installato sul tetto del palazzo del LEFI e con il ricevitore posizionato a 3 km di distanza (10 luglio); questo venne spostato a 11 km il giorno successivo. In tale configurazione si poteva rilevare un aereo in un raggio di 3 km dal ricevitore fino alla quota di 1.000 m. Il 9-10 agosto vennero effettuate altre prove portando il ricevitore a Krasnogvardeisk, a 50 km di distanza dal trasmettitore, poi addirittura a Siverska (70 km). Il bersaglio poteva essere individuato con maggiore precisione quando questo si muoveva dal ricevitore verso il trasmettitore, e con minore accuratezza nel caso opposto. L'aereo, in volo fino a quote di 5.200 m, poteva essere rilevato da un minimo di 5-7 km dal ricevitore fino ad un massimo di 75 km dal trasmettitore.

BISTRO non aveva la possibilità di determinare la distanza del bersaglio, ma solo la sua presenza e una stima "grezza" della direzione. A settembre 1934 il LEFI presentò una versione modificata del BISTRO, con trasmettitore da 100 W e lunghezza d'onda di 4.8 m; i risultati non furono particolarmente migliori, ma il 26 ottobre 1934 il PVO ordinò alla fabbrica Svetlana 5 BISTRO come apparati di sperimentazione per lo sviluppo di altre tecnologie. A marzo 1935 furono eseguiti altri test con il BISTRO migliorato, da cui risultò un aumento della portata e della precisione, ma il PVO chiuse comunque il contratto con il LEFI, che, come già sottolineato, entrò a far parte del NII-9 nel 1935. In questo modo furono terminati anche degli studi secondari sui sistemi a impulsi, che erano stati portati avanti in parallelo ai lavori sul BISTRO.

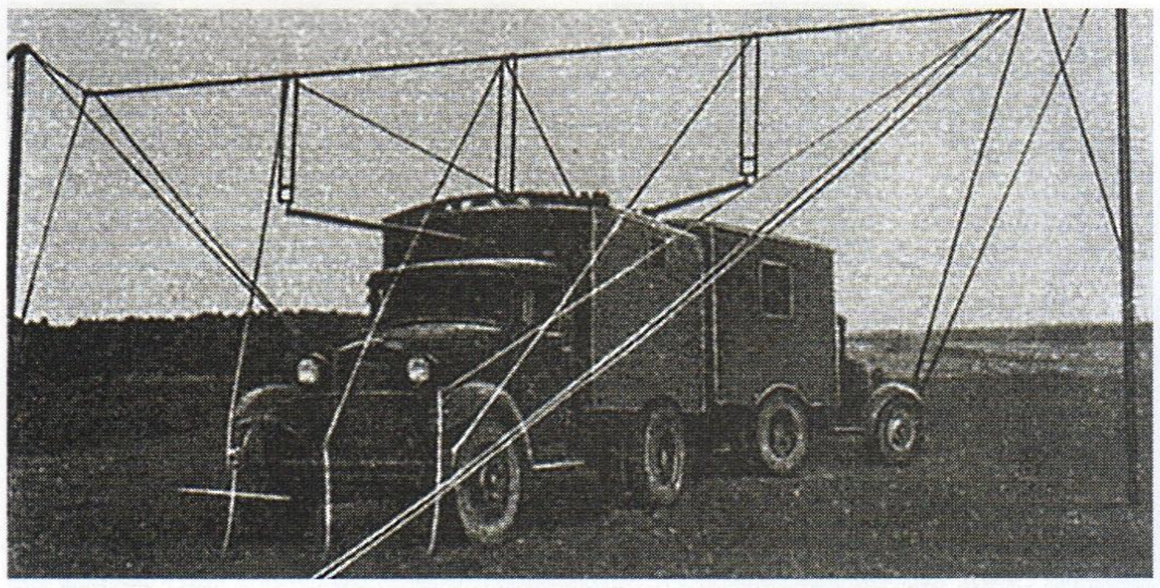
***Abram Ioffe (a destra) in una foto del dopoguerra in compagnia di Igor Kurchatov, uno dei padri della bomba atomica sovietica. Ioffe fu fondamentale negli anni '30 per la creazione di istituti e laboratori di ricerca sui sistemi di radiolocalizzazione.***

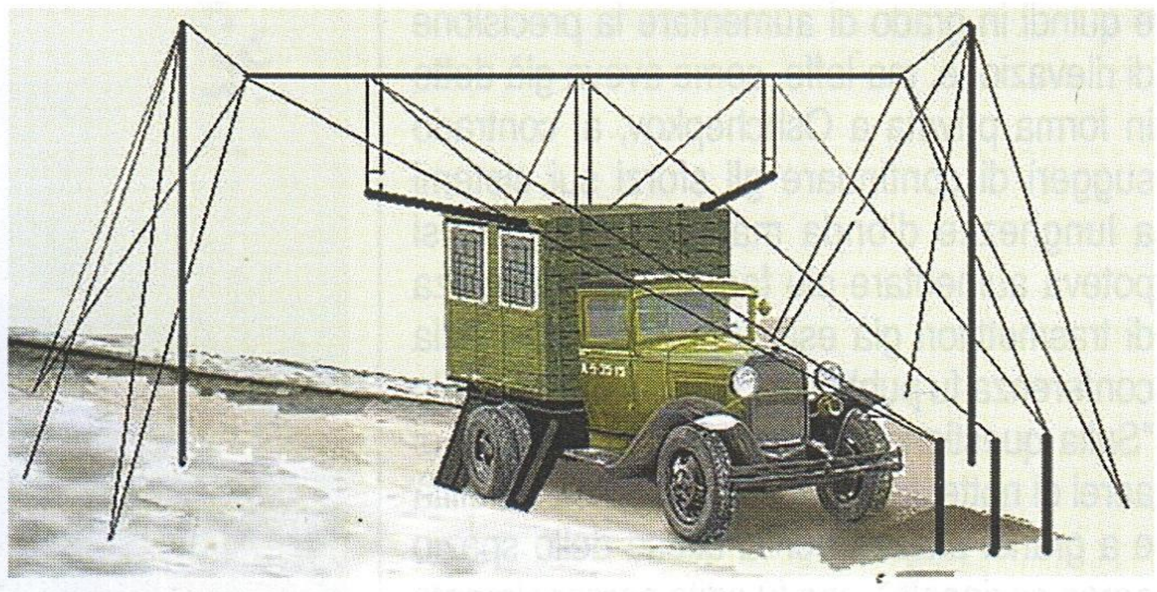
***Pavel Oshchepkov in una foto del dopoguerra. Dopo avere lavorato all'LFTI durante la realizzazione dei radar RUS-1 e RUS-2, fu internato nel 1937 durante le purghe staliniane. Rilasciato definitivamente nel 1946 tornò alla ricerca ma senza occuparsi più di radar.***

## La situazione politico-militare

Tutti i lavori sui radiolocalizzatori erano controllati dall'apparato statale, anche se continue critiche venivano fatte dal NIIIS che rimaneva contrario allo svolgimento delle ricerche, pure se i risultati erano difesi dal Maresciallo Mikhail Tukhachevskii, allora a capo degli armamenti dell'Armata Rossa. Nell'agosto del 1936 il Comandante del PVO S. Kamenev morì per infarto e il suo posto venne preso da Alexander Sedyakin, apparentemente a favore della radiolocalizzazione. Sedyakin condusse la prima esercitazione di difesa aerea su grande scala all'inizio del 1937, per determinare le regole d'ingaggio dell'artiglieria antiaerea e la gestione dei caccia in zone illuminate da proiettori: alla fine si concluse che nella rilevazione degli aerei i metodi acustici ed infrarossi non offrivano un miglioramento significativo rispetto a quelli ottici.

I dati incoraggianti dei test del NII-9 furono posti poco dopo all'attenzione Sedyakin, ma il NIIIS continuava a fare pressioni per non supportare i sistemi radar. Sedyakin chiese al





***La stazione di trasmissione del radar RUS-1.***

NII-9 un rapporto da sottoporre ad alto livello, che approvò anche se pose l'attenzione sulle contromisure radio, già sottolineate da Bonch-Bruyevich sempre nel 1937. Purtroppo nello stesso periodo stavano imperversando le purghe staliniane, che colpirono non solo le autorità delle Forze Armate, ma anche gli istituti di ricerca che supportavano molti progetti militari. Lo stesso Sedyakin fu arrestato il 2 dicembre 1937 con l'accusa di fare parte di un complotto "anti-sovietico, trotskyista, militare-fascista" e giustiziato il 29 luglio 1938 insieme alla moglie. Anche il Maresciallo Tukhachevskii venne arrestato nel maggio 1938 con l'accusa di spionaggio e, dopo avere confessato sotto tortura, fu giustiziato l'11 giugno.
La commissione per l'analisi del rapporto del NII-9, composta anche da membri NIIIS, emise un parere molto negativo sulla soluzione proposta dall'istituto. Di conseguenza nel giugno 1937 a Leningrado furono fermati tutti i lavori sui sistemi di radiolocalizzazione, con Shembel che venne dimesso dall'istituto. Inoltre fu arrestato il Direttore del NII-9, Bonch-Bruyevich che prese il suo posto. Questi, per proteggere l'Istituto, cercò un primo aiuto presso il nuovo capo del GAU G. Kulik, che però rimase sordo alle richieste, poi passò ai membri del Partito a Leningrado, che in qualche modo riuscirono a salvare il NII-9 da una possibile chiusura.
Subito dopo, con un decreto del Commissariato per la Difesa, il NIIIS prese in mano tutte le ricerche sulla radiolocalizzazione e, con un notevole voltafaccia, richiese un'accelerazione dei lavori e si assunse la responsabilità dei vari contratti già esistenti.

## Il primo radar sovietico

Ormai sotto controllo del NIIIS, le ricerche per un radar da avvistamento lontano continuarono presso il NII-9, dove si ottenne una versione migliorata del BISTRO che venne denominata REVEN (rabarbaro) e che passò le prime prove di laboratorio a ottobre-dicembre 1937 a Mosca; il sistema, testato sul campo nell'agosto del 1938, risultò solo leggermente migliore del predecessore. Con ulteriori miglioramenti fu trasformato in un sistema mobile denominato RUS-1 (Radio Ulavlivatel Samoletov, che si può tradurre in "Cacciatore Radio di Aerei"). Come i precedenti, era un sistema bistatico a onda continua, con trasmettitore operante a 4,7 m (64 MHz) montato su un camion e con l'antenna distesa tra alcuni pali ancorati al suolo; un secondo automezzo trasportava il generatore elettrico. Per la parte ricevente, 2 autocarri, dotati ognuno di un'antenna Yagi montata su un supporto rotante, erano posizionati a 35-40 km di distanza, in modo da potere effettuare un'interpolazione tra le rilevazioni radar e determinare in modo grossolano la direzione di provenienza dell'intruso.
Il RUS-1 fu messo in produzione di serie nel 1939, dietro ordine del Commissariato per la Difesa, diventando di fatto il primo radar operativo in Unione Sovietica quando entrò in servizio l'anno seguente; circa 45 sistemi furono costruiti dalla fabbrica Svetlana entro la fine del 1941. Una prima distribuzione dei radiolocalizzatori fu fatta nel distretto militare di Kiev per le prove e l'addestramento del personale, quindi questi furono disposti lungo le frontiere con l'Europa e l'Estremo Oriente. Senza la possibilità di determinare la distanza degli aerei attaccanti, il sistema aveva una capacità militare molto limitata, anche se ebbe il primo impiego nel 1939 all'inizio della Guerra d'Inverno con unità del Secondo Corpo PVO dispiegate a difesa di Leningrado nel timore di un attacco aereo finlandese che non si verificò. Le postazioni furono quindi spostate a Vyborg e Keksholm, nel territorio appena conquistato della Finlandia, ottenendo qualche successo nella rilevazione di aerei, ma rimasero notevoli problemi nella gestione degli avvistamenti dato che non esistevano al tempo dei sistemi di identificazione amico-nemico. Nell'aprile del 1940 i RUS-1 furono trasferiti al Terzo Corpo PVO e spostati a Baku dove fu formata la prima unità radar sovietica regolare, il 28º ORB (Odtelniy Radio Batalon, Battaglione Radio Separato). Questo dispiegamento fu dovuto ai voli di ricognizione da parte di aerei inglesi sopra i campi petroliferi nel Caucaso, in preparazione di un bombardamento (mai effettuato) per eliminare una possibile fonte di petrolio per la Germania, al tempo ancora alleata con i Sovietici nel quadro del patto Molotov-Ribbentrop.

***Un cannone antiaereo KS-12 Modello 1939 da 85 mm alla periferia di Smolensk nel 1944. Durante la Seconda Guerra Mondiale, questo cannone fu il principale pezzo di artiglieria antiaerea pesante in servizio in Unione Sovietica.***

## Un nuovo istituto al lavoro

Ritornando al 1935, Ioffe aveva deciso di creare all'interno dell'FTI un laboratorio per le ricerche sull'avvistamento di aerei con mezzi radio, alla cui guida mise Dmitry Rozhansky (1882-1936), che, oltre ad essere un ottimo scienziato in campo radiofisico, era anche

una persona di sani principi morali, con poca paura di esprimere la propria opinione in un periodo e in una situazione come quelli in Unione Sovietica tra le 2 guerre mondiali. Il 25 settembre 1930 si era opposto alle esecuzioni indiscriminate contro i cosiddetti "nemici del popolo", cioè presunti sabotatori scoperti e fucilati senza processo. Il Professore fu arrestato nella notte del 4-5 ottobre 1930, e, anche se Ioffe si dedicò alla sua difesa, fu rilasciato solo 9 mesi dopo. Rozhansky ritornò al lavoro e, una volta a capo del nuovo laboratorio, invitò a Leningrado come suo assistente Yuri Kobzarev (1905-1992), che entrò a fare parte del gruppo per lo sviluppo di un sistema di radiolocalizzazione ad impulsi. Il ricevitore fu progettato a Leningrado e la pressione per ottenere risultati entro la fine dell'autunno 1935 spinse l'LFTI a testarlo a Mosca con un trasmettitore a onda continua progettato dall'SKB di Oshchepkov, operante con lunghezza d'onda di 3-4 m, modulato a 1 kHz e installato all'interno dell'istituto con l'antenna sul tetto. Ad ottobre il primo test fu effettuato con il ricevitore dell'LFTI piazzato in vari punti dell'aeroporto, con un aereo che effettuava cerchi concentrici a varie quote; i segnali ricevuti erano registrati su un nastro di carta. A questo punto Kobzarev divenne il principale attore dell'LFTI in questo progetto, dato che Rozhanskii, con la salute minata dal periodo passato in prigione, morì nel 1936 a soli 48 anni.

I test furono ritardati per problemi dovuti al trasmettitore dell'SKB, e solo a marzo 1937 alcuni tecnici del LFTI furono inviati a Mosca per le prove, anche se i problemi continuarono. Il personale dell'LFTI decise quindi di realizzare un proprio trasmettitore ad impulsi, anche se la bassa potenza (1 kW) ne avrebbe limitato la portata. Il ricevitore era installato su una cabina girevole montata su un autocarro, con le 2 antenne a dipolo montate sul tetto del mezzo; il trasmettitore doveva comunque ancora essere piazzato ad una notevole distanza, perché creava troppe interferenze. Il primo test fu condotto il 15 aprile del 1937, con la rilevazione di un aereo a 7 km di distanza; il successivo 10 maggio, con il ricevitore portato a 500 m dal trasmettitore per diminuirne le interferenze, il bersaglio fu rilevato a 1.500 m di quota ad una distanza di 12,5 km, che diventarono 15 il successivo 16 maggio. Anche se le distanze erano relativamente basse data la bassa potenza disponibile, si erano create le basi per una ricerca futura.

Al termine delle prove si decise di aiutare il laboratorio SKB di Oshchepkov per la creazione del trasmettitore ad impulsi; venne finalizzato il progetto di un radar con portata di 50 km, con LFTI e PVO firmatari del contratto, ma improvvisamente l'SKB fu chiuso nell'estate del 1937 e molto del suo personale arrestato, come lo stesso Oshchepkov, accusato di "grandi crimini" e condannato a 5 anni di detenzione; rilasciato nel 1939, fu nuovamente arrestato il 1º luglio 1941 e condannato ad altri 5 anni di lavori forzati, anche se passò quasi subito ad una Sharashka (6) dove rimase fino al termine della pena nel 1946. Oshchepkov dopo il rilascio riprese il proprio lavoro di scienziato, ma in campi che non riguardarono i radar.

Tutto il materiale dell'SKB passò al NIIIS, che in questo modo, come abbiamo già visto, prese in mano tutte le ricerche sui radiolocalizzatori. Al LFTI venne ordinato di proseguire i lavori da solo, con la responsabilità di realizzare in proprio un trasmettitore ad impulsi di caratteristiche adeguate, cosa che portò ad un inevitabile ritardo nel programma. Alla fine del 1937 un primo prototipo del trasmettitore era stato completato, con ripetizione degli impulsi scesa da 1 kHz a 50 Hz per semplificare il progetto; inoltre era stato migliorato il metodo di visualizzazione dei dati del bersaglio su tubo catodico. Il sistema fu terminato nell'estate del 1938 e trasportato nuovamente a Mosca, installato in 2 edifici del NIIIS distanti circa 1 km tra loro: il trasmettitore in una posizione collinare, il ricevitore su una palazzina situata in una valle.

In seguito ai risultati positivi dei test fu deciso di coinvolgere una delle fabbriche statali per l'ingegnerizzazione del sistema finale, eventualmente in una versione trasportabile, come richiesto dal NIIIS, ma il preventivo dei costi fu troppo elevato. Il NIIIS decise quindi di realizzare in autonomia un prototipo, utilizzando anche materiali e scienziati dell'LFTI. Il prodotto finale fu il REDUT, costituito da 2 componenti (trasmettitore e ricevitore sistemati su

(6) Un particolare centro di detenzione di epoca sovietica, dove scienziati e ingegneri potevano lavorare per la realizzazione di sistemi militari.

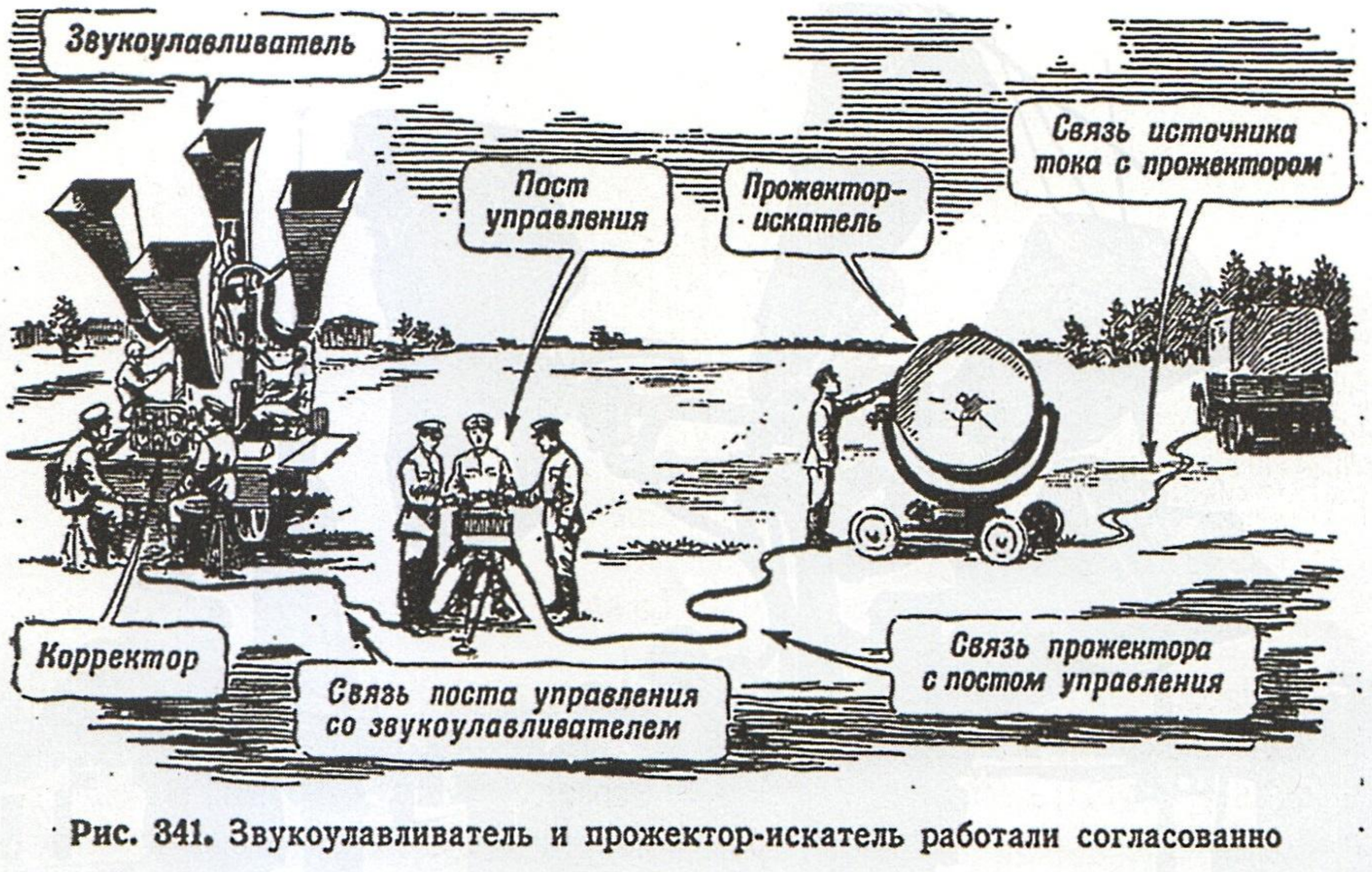
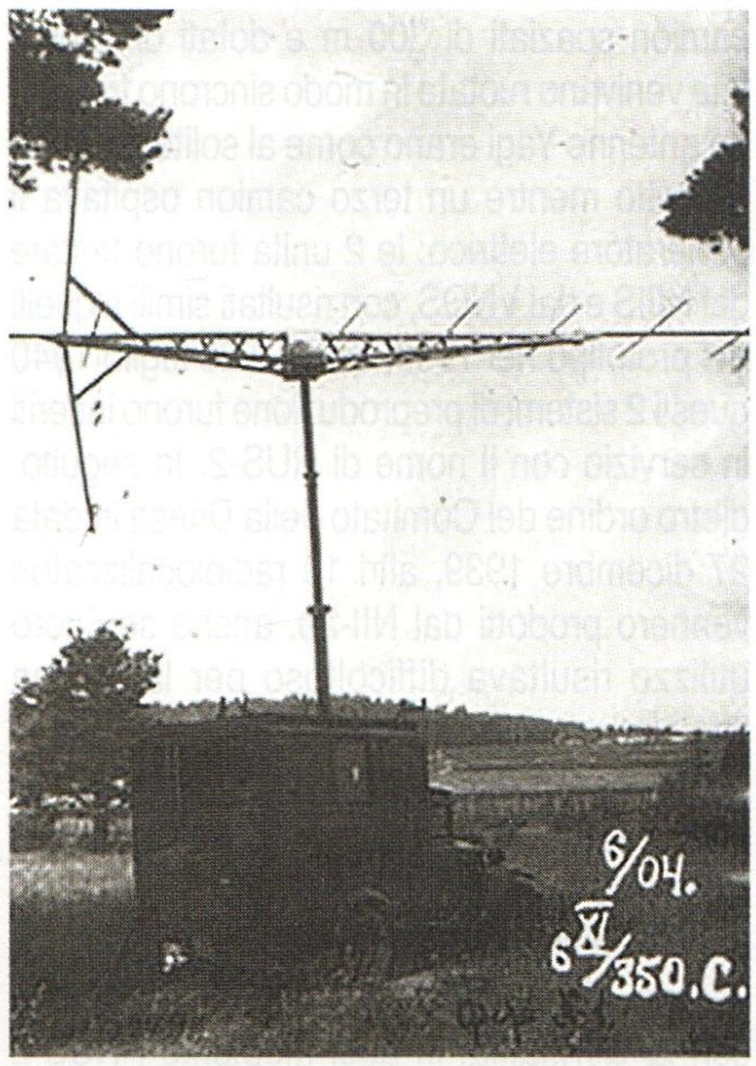
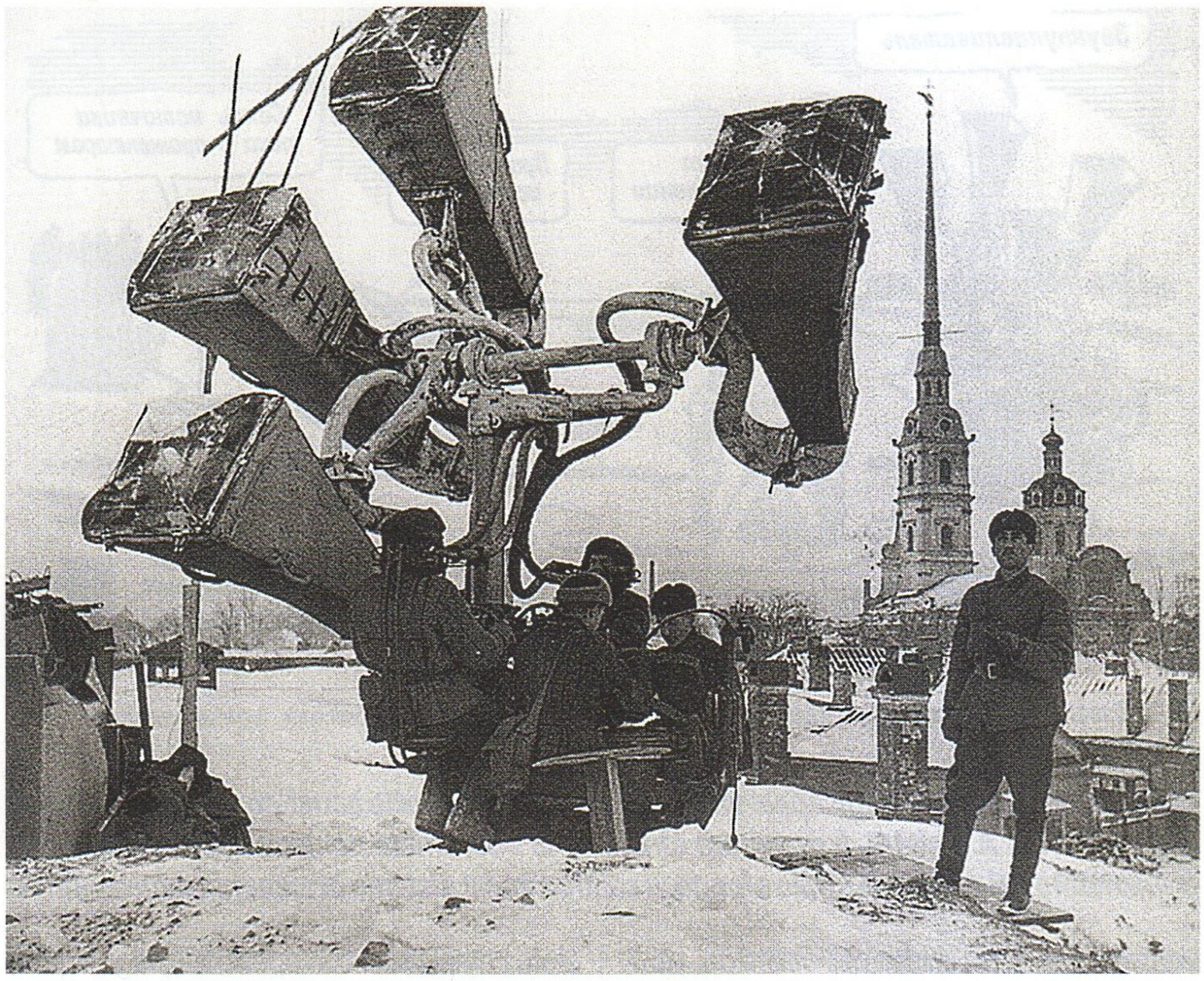



**Рис. 341.** Звукоулавливатель и прожектор-искатель работали согласованно

***La tipica disposizione degli apparati per un sistema di ascolto acustico sovietico alla fine degli anni '30. A sinistra, il ricevitore che invia le coordinate del bersaglio al sistema di puntamento dei proiettori. Sullo sfondo, il camion con il sistema di alimentazione elettrica.***

***Il sistema radar REDUT sviluppato congiuntamente tra gli istituti NIIIS e LFTI. A sinistra la stazione di trasmissione e a destra quella di ricezione.***





***Una postazione di ascolto acustico nel 1942. L'Unione Sovietica fece ancora largo uso di questi sistemi durante la Seconda Guerra Mondiale.***

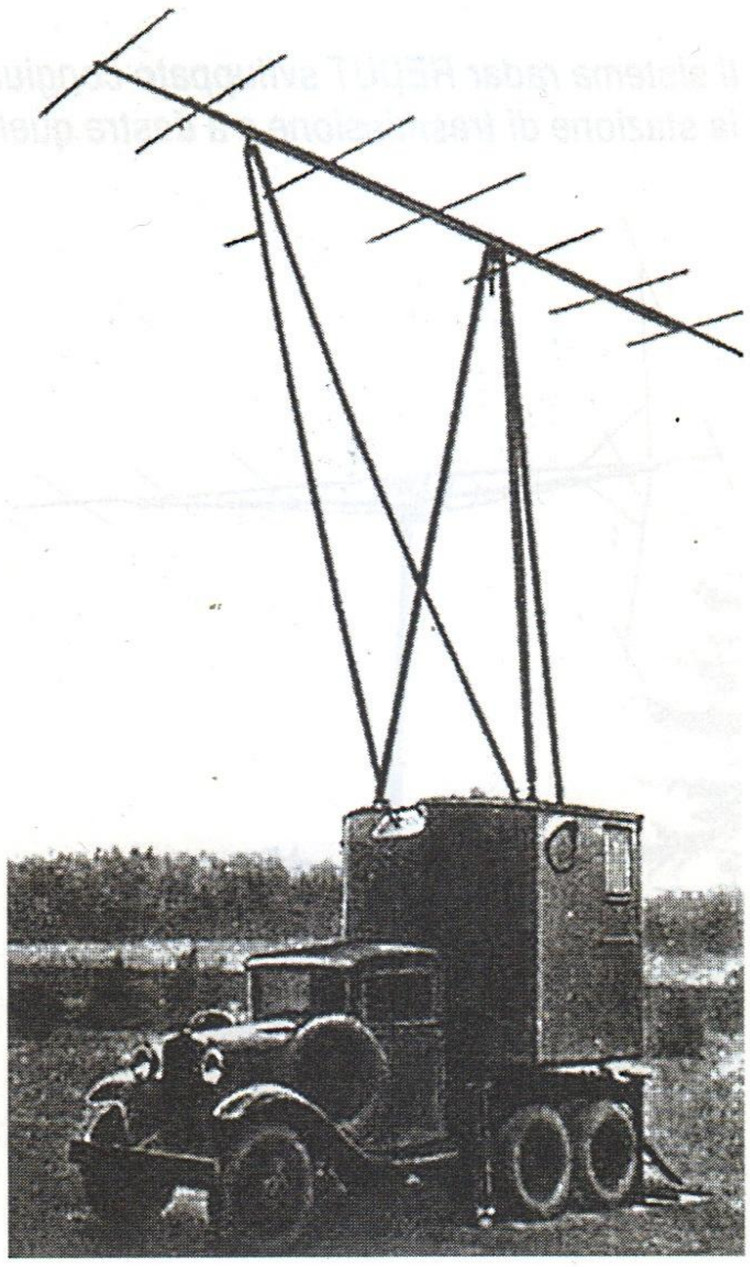
autocarro) con elettronica all'interno e antenne posizionate sul tetto. I test furono condotti nell'autunno 1939 a Sebastopoli in Crimea, dove si raggiunsero i 150 km di distanza nella rilevazione di un aereo quando trasmettitore e ricevitore si trovavano a 1.000 m tra di loro. Subito dopo l'URSS iniziò la guerra contro la Finlandia, e su suggerimento di Ioffe il REDUT prototipo venne trasferito nell'Istmo di Karelia nella zona di Pereyamaki, per il controllo degli aerei nemici che si temeva potessero attaccare Leningrado.

Nell'aprile 1939 il Comitato della Difesa del Consiglio dei Commissari del Popolo decise di far realizzare dall'istituto NII-20 due sistemi trasportabili con l'aiuto del LFTI. L'ingegnerizzazione del REDUT diede vita a 2 esemplari all'inizio del 1940 (REDUT-40); il radiolocalizzatore era sempre formato da 2 camion spaziati di 300 m e dotati di cabine che venivano ruotate in modo sincrono tra loro. Le antenne Yagi erano come al solito montate sul tetto mentre un terzo camion ospitava il generatore elettrico; le 2 unità furono testate dal NIIIS e dal VNOS, con risultati simili a quelli del prototipo nel 1938, quindi il 26 luglio 1940 questi 2 sistemi di preproduzione furono inseriti in servizio con il nome di RUS-2. In seguito, dietro ordine del Comitato della Difesa in data 27 dicembre 1939, altri 10 radiolocalizzatori vennero prodotti dal NII-20, anche se il loro utilizzo risultava difficoltoso per la cabina che girava in continuazione; in seguito venne sviluppato un dispositivo che consentiva alla sola antenna di ruotare mantenendo fissa la posizione della stazione.

I 10 sistemi furono consegnati prima del 22 giugno 1941, quando iniziarono le ostilità con la Germania; in quel momento i RUS-2 erano in servizio con il 72º Battaglione Radio del VNOS a Leningrado e il 337º a Mosca; il primo di questi, nei 4 anni di guerra, rilevò oltre 115.000 attacchi aerei nemici per un totale di più di 237.000 velivoli identificati.

Nel frattempo sia il NIIIS che il NII-20 furono dell'idea di semplificare il RUS-2 per la produzione in grande serie, partendo da una versione a singola antenna e utilizzando quindi un solo camion dotato di antenna Yagi rotante sul tetto, con caratteristiche che dovevano essere simili o superiori al RUS-2. Nel maggio 1941, 2 stazioni (REDUT-41) furono consegnate per i test che furono passati positivamente; per la produzione di serie, anche se il sistema era sensibilmente differente dal precedente, venne mantenuta la denominazione RUS-2 a cui si aggiunse il nome in codice PEGMATIT (Pegmatite, un tipo di roccia). L'inizio delle ostilità con la Germania non permise la produzione di serie se non nel primo quarto del 1942 dopo il trasferimento delle fabbriche ad est; in seguito vennero prodotti 132 esemplari del RUS-2 a singola antenna. Una volta operative, le stazioni furono inserite nella difesa di Mosca e Leningrado, dove furono apprezzate per la facilità di manutenzione e l'affidabilità. Nell'aprile 1942 fu iniziato il progetto di una versione ulteriormente semplificata da utilizzare in stazioni fisse, portando alla versione denominata RUS-2S, di cui furono prodotti oltre 460 esemplari (PEGMATIT-2M, definita poi P-2M).

***La stazione di trasmissione del radar RUS-2 per l'avvistamento lontano, realizzata per le richieste di difesa dello spazio aereo sovietico.***



## Le prime ricerche in Ucraina

L'Ucraina non era molto considerata dal resto dell'Unione Sovietica, se non per le ampie riserve agricole, anche se l'Università Statale di Kharkiov era riconosciuta all'estero come un grande centro intellettuale. È qui che Rozhansky aveva fondato nel 1921 un laboratorio di ricerche radioelettriche per investigare il funzionamento dei tubi elettronici sottoposti a campi magnetici, sviluppando i primi magnetron in banda UHF, con Abram Slutskin (1891-1950) che emerse come leader del gruppo.

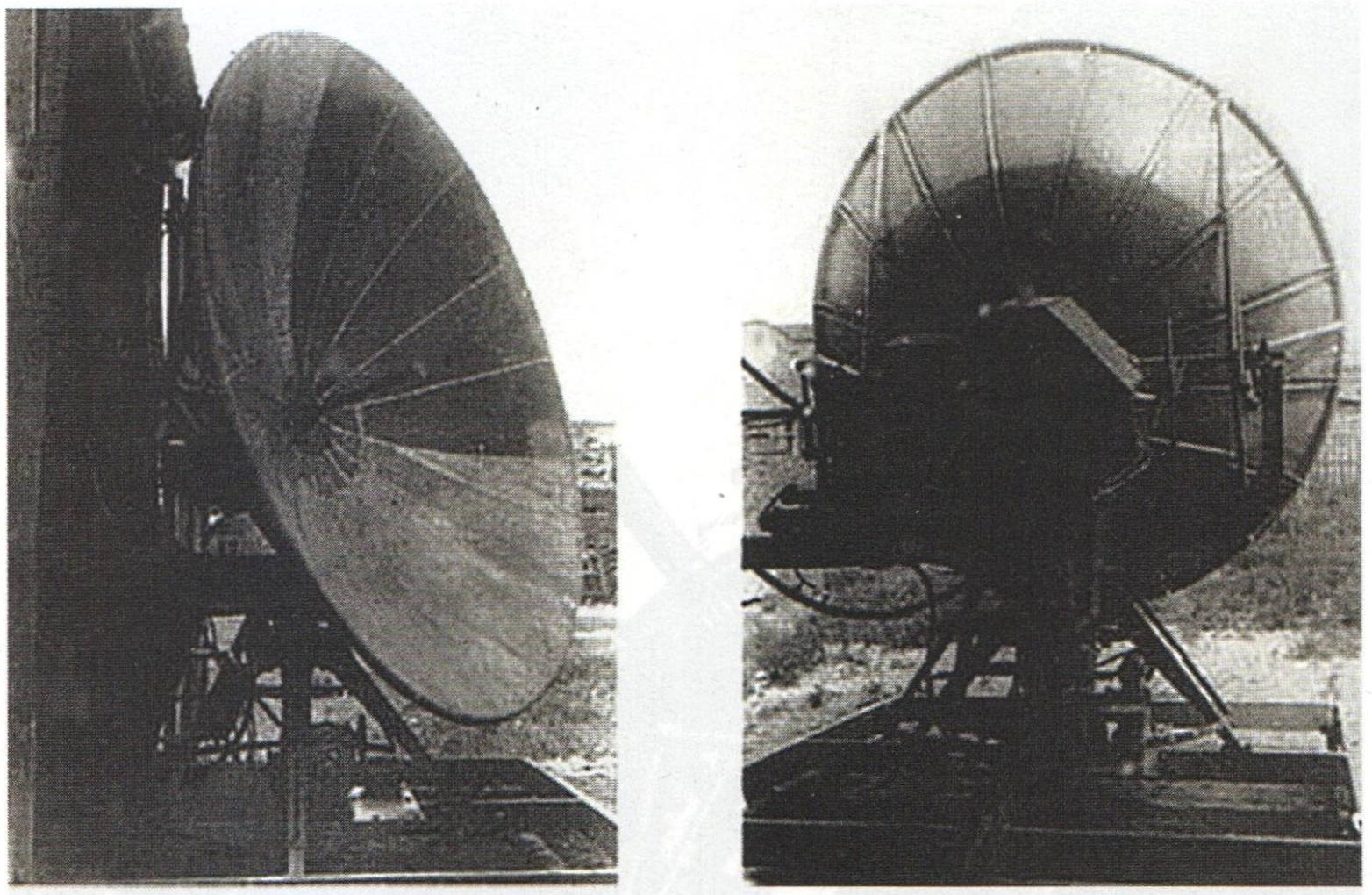
Alla fine degli anni venti il governo sovietico riteneva che fosse meglio avere un solo centro di ricerca come l'LFTI a Leningrado, ma Ioffe riuscì a convincere le alte sfere che altri istituti scientifici distribuiti sul territorio avrebbero migliorato lo sviluppo della tecnologia sovietica. Nel 1929 a Kharkov fu così fondato l'Istituto Fisico-Tecnico Ucraino (UFTI), che iniziò subito a lavorare in stretta collaborazione con l'Università locale; molti scienziati furono trasferiti dagli istituti di Leningrado per ampliare il numero dei ricercatori. L'UFTI fu presto riconosciuto in Russia e all'estero per la sua eccellenza scientifica; Slutskin entrò a far parte dell'organico dell'UFTI, mantenendo comunque la sua posizione all'università statale. All'interno dell'UFTI fu fondato nel 1930 il Laboratorio di Oscillazioni Elettromagnetiche (LEMK) alla cui guida fu posto lo stesso Slutskin; qui vennero continuate le ricerche sui magnetron, inizialmente con potenze di 50-100 Watt, mentre con altri dispositivi realizzati in seguito si raggiunsero le decine di migliaia di Watt. A partire del 1934 i magnetron fabbricati dal LEMK furono impiegati sia dal TsRL che dal PVO per ricerche sui radar; il passo successivo per il LEMK fu quello di realizzare un proprio radar. Nel marzo 1937, su contratto NIIIS, che

come abbiamo visto aveva preso il controllo di tutte le ricerche sui radar, il LEMK iniziò a studiare un sistema per artiglieria antiaerea in banda UHF sotto la guida di Slutskin, con il nome in codice di ZENIT e che doveva essere un sistema ad impulsi in grado di rilevare le 3 coordinate del bersaglio (direzione, quota, distanza). A luglio la bozza del progetto era pronta, con l'utilizzo di un magnetron da 1 kW a 68 cm appositamente sviluppato.

La prima versione del trasmettitore venne realizzata nel 1938, anche se la durata del magnetron arrivava a poche decine di ore. Il ricevitore ideato inizialmente non rientrò nelle specifiche per problemi alle valvole elettroniche prodotte localmente, quindi si passò a triodi americani della RCA, con migliore sensibilità. Le antenne erano parabole da 3 m di diametro, realizzate in acciaio recuperato dalle grondaie dell'istituto, spianate e poi piegate nella giusta forma; l'elettronica era inscatolata sul retro delle rispettive antenne, dotate di motori sincronizzati per l'inseguimento del bersaglio.

I primi test furono realizzati con ricevitore e trasmettitore rispettivamente sul tetto dell'istituto UFTI e sulla fabbrica di trattori di Kharkov, distanti 8 km tra loro. Il 14 ottobre 1938 fu provato per la prima volta con aerei in volo, questa volta con le antenne separate di soli 65 m, con azimut parallelo e fissato a 20°. Un bombardiere medio SB fu rilevato a 3 km, ottenendo quindi valori simili a quello dei primi sistemi del CLR e LEFI ma stavolta utilizzando il metodo ad impulsi. Anche se le prestazioni non erano ancora adeguate, il risultato era incoraggiante e fu quindi fatto un nuovo contratto nel maggio 1939 con il Commissariato della Difesa per migliorare affidabilità e potenza del sistema e con produzione prevista per il 1941. Una prima dimostrazione fu fatta nel settembre 1940 di fronte ad autorità del PVO, della Marina, del GAU, del NIIIS e di altri enti militari, con la rilevazione di aerei singoli e in gruppo. Il rapporto finale di quest'ultimo test descrisse che era possibile determinare range, altezza e direzione di un singolo bombardiere medio SB tra 4.000-7.000 m di quota (tolleranza del 10%), a distanze tra 6 e 25 km (con un'imprecisione di un km) e con un errore di 3-4º in direzione. Tra 25 e 35 km la rilevazione risultava meno efficiente, anche se un gruppo di aerei era facilmente individuabile fino a 30 km. Erano valori decisamente migliori del BURYA e del B-2 sviluppati dal NII-9, che inoltre si limitavano alla rilevazione di 2 sole coordinate, del resto come altri radar del periodo, come l'inglese CHAIN HOME e il FREYA tedesco.

La maggiore limitazione rimaneva la sequenza di movimentazione delle antenne: per determinare quota e distanza si impiegavano 12 secondi, mentre ne servivano 17 nel caso si scegliessero direzione e distanza. Per rilevare contemporaneamente le 3 coordinate occorreva un totale di 38 secondi, un valore troppo elevato che rendeva impossibile l'aggiornamento delle informazioni da inviare ai sistemi



***Le antenne di trasmissione e ricezione del radar sperimentale ZENIT, realizzato dall'istituto UFTI di Kharkov nel 1937 per conto del GAU.***

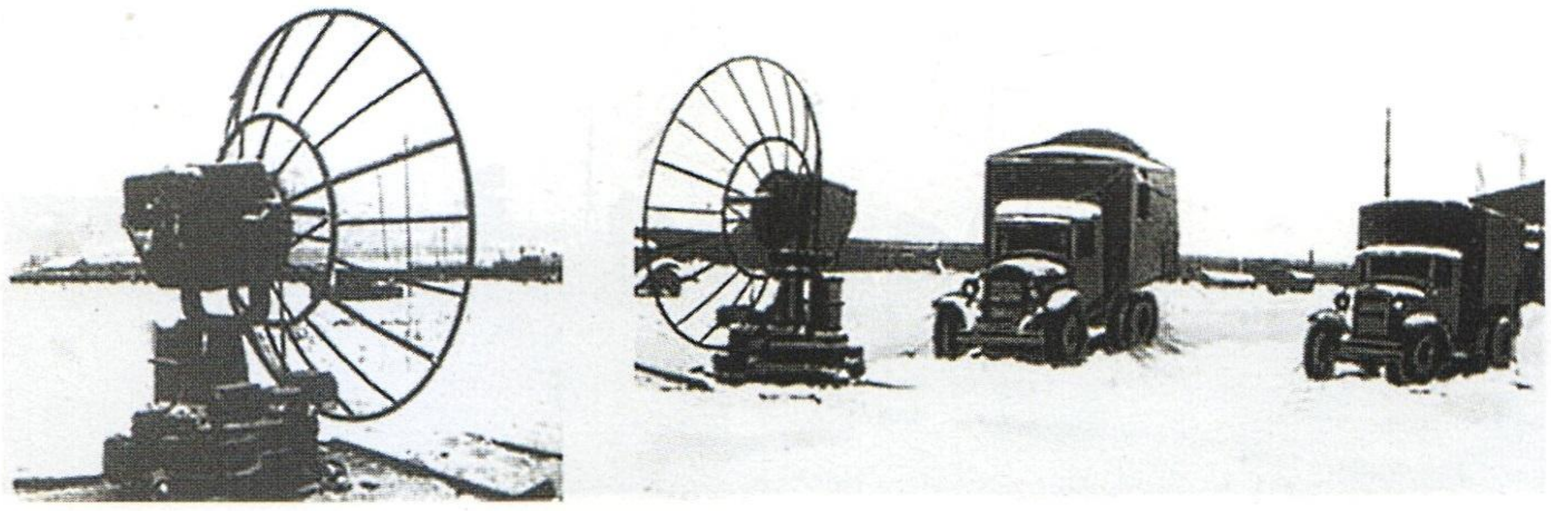
di puntamento dei cannoni antiaerei. Un altro limite era la portata minima di 6 km, che in buona parte lasciava scoperta l'area di maggiore efficacia dei cannoni da 85 mm, il principale pezzo di artiglieria contraerea pesante. Si decise che lo ZENIT non era ancora valido per una produzione di serie, ma fu assegnato al LEMK un contratto per derivare da questo un altro sistema con maggiore efficienza e in grado di rilevare in modo continuo le 3 coordinate.

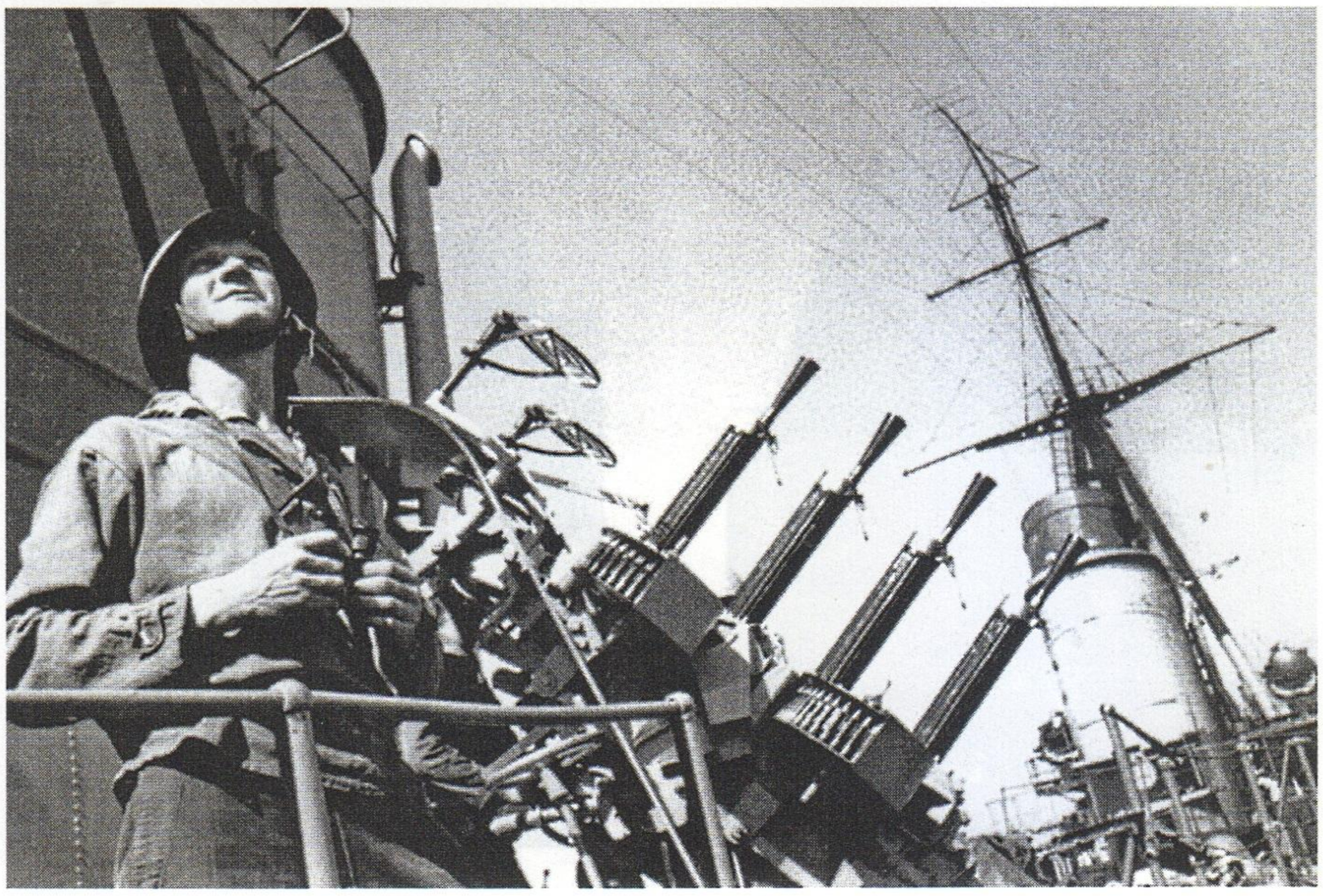
Questo periodo coincise con quello delle grandi purghe staliniane, che colpirono anche alcuni scienziati dell'UFTI che furono arrestati. A complicare le cose all'interno dell'UFTI, molti scienziati teorici consideravano la radiofisica una scienza di secondo livello, non degna di venire seguita da un istituto di ricerca; un altro motivo del malumore era la maggiore paga che ricevevano gli scienziati del LEMK perché coinvolti in progetti militari, cosa che li protesse in qualche modo dalle purghe per il lavoro che stavano compiendo sui radar. L'atmosfera tra LEMK e UFTI rimase comunque tesa; si arrivò alla proposta interna da parte di alcuni scienziati dell'UFTI di separare il LEMK dal loro istituto.

Tornando allo ZENIT, gli anni 1939-40 furono utilizzati per migliorarne le caratteristiche, con la previsione che per il 1941 i problemi sarebbero stati risolti e che sarebbe stato pronto un radar a singola antenna chiamato RUBIN. L'attacco tedesco del giugno 1941 bloccò questi progetti, ma dopo il primo attacco aereo contro la capitale russa nella notte del 22 luglio 1941 il Dipartimento Comunicazioni dell'Armata Rossa offrì la possibilità di impiegare lo ZENIT per la difesa della capitale. Il 16 agosto alcuni membri del LEMK insieme al prototipo dello ZENIT furono inviati a Mosca e inseriti nel sistema di difesa organizzato dal NIIIS. Il radar fu installato nella cittadina di Mytishchi, poco a nord ovest di Mosca, e venne direttamente connesso alla centrale di controllo aereo della capitale. A settembre una commissione analizzò l'attività dello ZENIT rilevando che non era possibile usarlo per la direzione e il puntamento delle artiglierie antiaeree, ma era comunque idoneo per il fuoco di sbarramento. Un altro possibile uso poteva essere quello di guidare i caccia verso gli aerei attaccanti, da utilizzare come sistema supplementare alle stazioni RUS-2 della capitale.

Le ulteriori modifiche potevano essere effettuate solo in laboratorio, e non in una zona di operazioni come Mosca; Karkhov però al momento si trovava sulla direttrice dell'avanzamento tedesco, e fu sfollata da industrie e laboratori. Il NIIIS era già stato evacuato a Bukhara, dove giunsero il 17 ottobre 1941 anche lo ZENIT da Mosca e l'intero laboratorio

***La stazione radar sperimentale RUBIN, dotata di una singola antenna per la trasmissione e la ricezione dei segnali. Sul primo camion era installata tutta l'elettronica del radar mentre sul secondo si trovava il sistema di alimentazione.***





*Un'immagine dell'incrociatore MOLOTOV, con in primo piano un impianto quadrinato antiaereo Vickers da 12,7 mm. Sulla sommità dell'albero in secondo piano si nota l'antenna Yagi del radar REDUT-K installato sulla nave dalla prima metà del 1941.*

LEMK; qui gli scienziati trovarono il luogo privo delle attrezzature per continuare il proprio lavoro; solo nel 1942 le infrastrutture furono rese adeguate allo scopo. Il resto dell'istituto UFTI venne inviato ad Almaty, in Kazakhstan, ad oltre 1.500 km da Bukhara; la separazione tra UFTI e LEMK, che non si era avverata nonostante le diatribe interne del 1937-39, fu infine realizzata dalle necessità della guerra.

## I radar per impiego navale

L'Istituto Marittimo per la Ricerca sulle Comunicazioni (NIMIST) era a conoscenza fin dal 1936 degli sviluppi sui radar di TsRL, LFTI, LEFI e successivamente NII-9; proprio a quest'ultimo commissionò una versione del BURYA idoneo ad essere imbarcata sulle navi sovietiche. Le antenne erano di diametro minore (1.5 invece di 2 m) e separate di 2 metri per evitare interferenze. I test svolti ad agosto 1936 all'isola di Kronshlot vicino a Kronstadt mostrarono che un aereo poteva essere rilevato a 10-12 km mentre questa distanza scendeva a 3-5 km per una nave. In caso di mare mosso le interferenze aumentavano, mentre anche stormi di uccelli potevano alterare la ricezione dei segnali. Al NIMIST rimasero interessati all'idea anche dopo questi risultati non particolarmente incoraggianti, continuando a rimanere in contatto con alcuni istituti seguendone gli sviluppi. Sistemi in banda metrica necessitavano di antenne troppo grandi per essere installati sulle navi, quindi le ricerche si focalizzarono sulle onde decimetriche, con lo sviluppo di magnetron a partire dal 1938 da parte dello stesso NIMIST in un proprio laboratorio, che però fu chiuso poco dopo.

Presso la Marina rimaneva comunque un certo interesse verso l'impiego navale dei radiolocalizzatori: nel settembre-ottobre del 1939 un RUS-1 fu testato sul Mar Nero per valutarlo come difesa delle basi navali e per impiego a bordo di navi. Nei mesi seguenti anche un radar REDUT (RUS-2) fu testato a Sebastopoli, installando il sistema a varie altezze e distanze dalla costa per determinare la migliore condizione operativa: navi di piccole dimensioni (torpediniere e cacciamine) poterono essere avvistate a 20-25 km, mentre per aerei a 800 m di quota si arrivava a 150 km. Nell'aprile 1940 il NIMIST richiese un radar imbarcato derivato dal RUS-2, utilizzando una singola antenna per trasmettitore e ricevitore. Il NII-20 utilizzò quanto già sviluppato, realizzando il REDUT-K (korabelnyy, navale) derivato dal REDUT-41 con alcune modifiche necessarie all'impiego in mare. Il radiolocalizzatore fu installato a bordo dell'incrociatore MOLOTOV della flotta del Mar Nero; a maggio 1941 la nave partecipò a delle esercitazioni, durante le quali il REDUT-K rilevò facilmente navi e aerei.

## Lo sviluppo dei radar durante la guerra

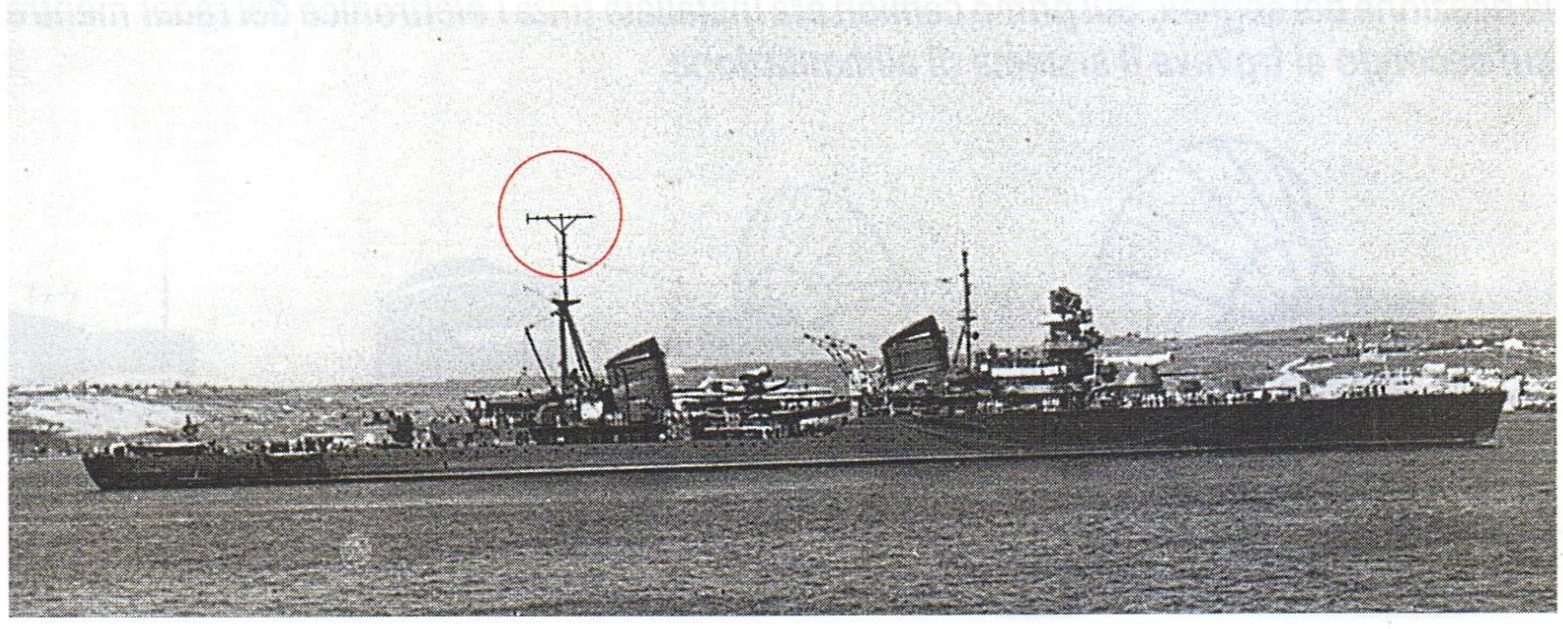
Allo scoppio della guerra con la Germania il 22 giugno 1941 erano operativi 44 RUS-1 così distribuiti: 72º ORB a Leningrado (8 sistemi), 28º ORB a Baku (13), il 337º ORB nei pressi di Mosca (3), 2 a Lvov (probabilmente del 35º ORB), uno a Minsk, uno con il 34º ORB a Bialystok e 16 in Estremo Oriente con i 559º (Khabarovsk) e 565º ORB (Voroshilov). Data l'obsolescenza del sistema, i RUS-1 vennero gradualmente spostati in zone meno soggette ad attacchi tedeschi.

Il centro sperimentale a Toksovo, vicino Leningrado, fu inserito nel sistema difensivo della città, così da essere in grado di rilevare aerei nemici fin da 200 km di distanza. All'inizio fu gestito da ricercatori dell'LFTI, in seguito le operazioni furono passate ai militari.

Mosca era difesa da un notevole numero di batterie antiaeree, che arrivavano ad avere anche 100 cannoni ognuna; questi erano in grado di sviluppare un notevole volume di fuoco, ma richiedevano un altissimo numero di proietti con spoletta a tempo. È interessante far notare che dal settembre 1941, per la difesa di Mosca, venne creata una batteria formata da 4 cannoni da 85 mm russi e da altrettanti cannoni da 105 mm tedeschi, ceduti all'Unione Sovietica prima dello scoppio delle ostilità. Ad ottobre la batteria prese posizione a sud della capitale sotto il controllo del 329º ZAP (Reggimento Artiglieria Antiaerea), asservita inizialmente dal radar sperimentale B-3 del NII-9 e poi da un GL Mk-II inglese. I Russi apprezzarono le prestazioni della batteria, che fu sciolta solo alla fine del 1943 quando gli attacchi su Mosca si erano ormai conclusi. Su tutto il restante fronte russo gli osservatori ottici e i ricevitori acustici rimasero la risorsa principale, data la vastità delle zone di combattimento e il relativamente basso numero di radiolocalizzatori a disposizione. Del resto anche i Tedeschi dispiegarono una quantità modesta di impianti radar sul fronte orientale, rispetto a quanti furono impiegati nel settore occidentale e per la difesa dei cieli della Germania.

Nel luglio 1941 fu formato il Comitato di Difesa dello Stato (GKO), un piccolo gruppo di importanti funzionari sovietici guidato da Stalin, ideato per concentrare le difese a Mosca ma avente anche la facoltà di spostare fabbriche, istituti e centri di ricerca fondamentali oltre la portata delle Forze Armate tedesche. In questo modo iniziò il trasferimento ad est, verso gli Urali e la Siberia, non solo dei principali impianti per la produzione di carri armati,

*L'incrociatore MOLOTOV con, sull'albero poppiero, l'antenna Yagi del radar REDUT-K.*

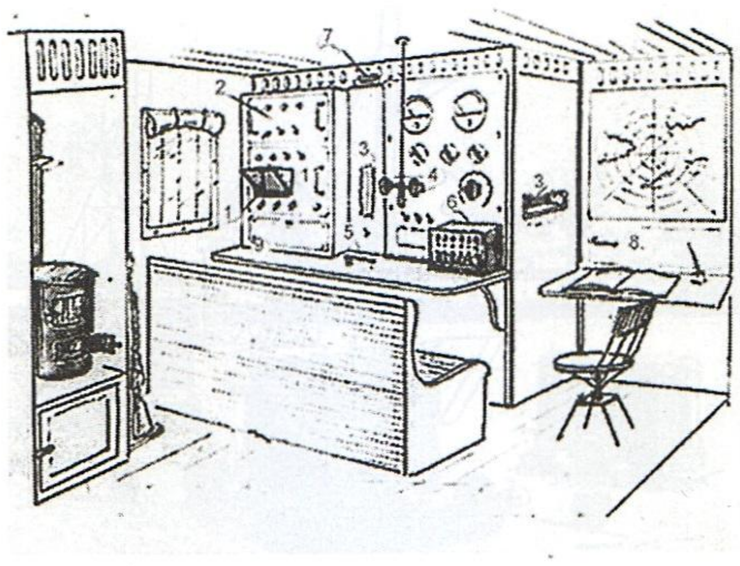


aerei e altri armamenti, ma anche dei centri di ricerca e produzione di strumenti radioelettrici. Per esempio, oltre ai casi già citati degli istituti interessati alle ricerche radar, la fabbrica Svetlana fu trasferita a Kazan, a 800 km a sud-est di Mosca, oltre ad altre industrie di Leningrado. I Tedeschi arrivarono alle porte di Mosca a settembre 1941, quando Stalin decise l'evacuazione degli ultimi impianti.

Dati i primi successi nei combattimenti guidati da radar, il GAU richiese che tra gli aiuti militari inviati dalla Gran Bretagna fosse inserito anche il radar GL Mk-II per il puntamento delle artiglierie; di questo sistema ne furono prodotti 1.689 esemplari di cui 203 trasferiti in URSS a partire dalla fine del 1941. Presso le forze sovietiche prese la denominazione SON-2 (Stantsiya Orudiynoy Navodki, stazione di guida per cannoni); da questo materiale i Russi ricavarono una versione locale, effettuando il reverse engineering di uno dei primi sistemi giunto a Murmansk via nave. Nel gennaio 1942 il GAU e il Commissariato del Popolo per l'industria Elettrica (NCEP) riportarono al Consiglio dei Commissari del Popolo i risultati dell'impiego del radar per l'uso antiaereo. Il rapporto fu sottoposto al GKO che il successivo 10 febbraio approvò la risoluzione N.1266 per la fabbricazione locale del GL Mk II, che venne denominato SON-2ot (otechestvennaya, nazionale); fu anche scelta la Fabbrica N. 465, con ufficio progettazione e 12 laboratori, per la produzione a Mosca. Otto mesi dopo, all'inizio di ottobre, furono consegnati i primi 2 prototipi del SON-2ot: il primo entrò subito a far parte della difesa della capitale alla fine del 1942, mentre il secondo fu inviato al poligono di Donguzsky (NIZAP) per condurre dei test più accurati, che risultarono positivi. Con un decreto del GKO del 20 dicembre 1942 il SON-2ot fu accettato in servizio e messo in produzione di serie; ne furono realizzati 124 entro la fine del conflitto, utilizzati principalmente per la difesa aerea di Mosca e Leningrado. Una successiva versione semplificata denominata TURMALIN (Tormalina, un tipo di minerale) fu solo testata all'inizio del 1943, ma non venne messa in produzione dato che non si avevano particolari miglioramenti rispetto alla precedente.

Kobzarev, dopo che l'LFTI fu spostato ad est, decise di progettare una versione migliorata del RUS-2 per il puntamento dell'artiglieria antiaerea che fosse in grado, come i SON-2, di inviare direttamente i dati ad una centralina per il puntamento delle batterie. Gli studi proseguirono dalla fine del 1941 all'inizio del 1943, ma una commissione del NIIIS rigettò il progetto in quanto i requisiti non erano stati rispettati, oltre al fatto che il sistema era troppo complicato per permetterne una produzione in grande serie. In seguito Kobzarev fu distaccato presso il GKO come responsabile dello sviluppo dei radar, mentre altri suoi collaboratori furono trasferiti al NII-20; in questo modo si concluse ogni ulteriore lavoro sui radar all'interno dell'LFTI.

Durante la guerra la produzione dei RUS-2 e RUS-2S continuò nelle industrie evacuate



***L'interno della stazione di controllo del radar REDUT.***

all'est, anche se nell'aprile del 1942 fu autorizzata la produzione del P-2M al posto del RUS-2. Per i sistemi di quest'ultimo modello e di RUS-2S già in servizio, che potevano fornire solo 2 coordinate del bersaglio (azimut ed elevazione), fu richiesto di sviluppare uno strumento addizionale per consentire anche la rilevazione della distanza degli aerei attaccanti. Il problema era particolarmente sentito, tanto che si diede mandato contemporaneamente al NII-20, al LFTI e alla Fabbrica 465. Fu l'apparato di quest'ultima ad essere scelto per venire utilizzato insieme al RUS-2; il nuovo strumento risultava indipendente dalla struttura del radar ed era formato da un sistema di rice-trasmissione a 3 antenne sovrapposte. I test nell'agosto 1943 furono positivi e il dispositivo fu introdotto in servizio per il VNOS e la guida caccia. Un sistema simile fu sviluppato dal NII-20 per il RUS-2S; in questo caso, invece, l'apparato era montato direttamente all'interno della stazione radar. Anche questo strumento fu introdotto in servizio una volta passati i test di accettazione.

***Una delle 2 torri per l'installazione delle antenne radar a Toksovo nel 1941, dove il LEFI aveva costruito una stazione sperimentale per provare i radiolocalizzatori.***

Il NIIIS durante il conflitto collaborò con l'Istituto Industriale dell'Asia Centrale per sviluppare un radar per la ricerca di aerei, il puntamento delle fotoelettriche e il fuoco di sbarramento. In poco tempo venne realizzato il GNEISS-3 (gneiss è il nome di un particolare tipo di roccia), con lunghezza d'onda di 1,5 m e potenza 10-20 kW e antenna di forma rettangolare di 5,5 $m^2$; il sistema era installato su un carrello a 4 ruote recuperato da una fotoelettrica di 150 cm e puntato manualmente sulle prime indicazioni ottenute da ricevitori acustici. Nonostante alcune limitazioni, tra cui il peso di oltre una tonnellata, ne fu realizzata una piccola serie che fu utilizzata in combattimento nelle aree di Mosca e di Gorky; dall'impiego operativo fu derivato il GNEISS-4 con potenza innalzata a 30-40 kW; in questo modo si raggiungeva una distanza di 16 km. Dato che altri sistemi erano ormai in produzione non ne venne raccomandata la produzione di serie.

Il LEMK riuscì a riprendere i lavori sul RUBIN solo nel 1942, una volta che si fu assestato a Buchara; trasmettitore e ricevitore erano simili a quelli impiegati nello ZENIT, ma con qualche miglioria che portò la potenza a 15 kW. La distanza, l'elevazione e la direzione del bersaglio erano indicate su un tubo a raggi catodici; questi dati dovevano essere passati manualmente alla batteria antiaerea dato che non esisteva alcun sistema automatico per portare i cannoni in punteria. Il RUBIN era installato su 2 autocarri: sul primo era alloggiata l'elettronica di rice-trasmissione oltre alla consolle di visualizzazione/controllo, mentre sul secondo veniva installato il generatore elettrico. All'arrivo in posizione occorrevano circa 3 ore per preparare il radar alle operazioni.

Il prototipo fu pronto nel 1943, quindi per i test operativi fu deciso di portarlo a Mosca, dove non venne impiegato in combattimento perché la difesa aerea della capitale era già abbastanza complessa; fu quindi testato fino a novembre, ma ogni interesse da parte del GAU si raffreddò, data la disponibilità dei GL Mk-II britannici e il loro derivato SON-2.

Il RUBIN fu quindi proposto alla Flotta Sovietica e all'inizio del 1944 trasportato a Murmansk, dove effettuò dei test a febbraio-marzo; qui il sistema dimostrò quanto valeva, rilevando ogni tipo di nave fino a 5.000 m, riuscendo a rilevarne la posizione in 7 secondi (contro i 38 del predecessore). Il RUBIN fu usato nell'ultimo anno di guerra per sorveglianza aerea e navale del settore polare per conto della Marina, con risultati ritenuti molto soddisfacenti.

Il GAU non era comunque soddisfatto dei sistemi prodotti dall'UFTI (ZENIT e RUBIN), dal NII-20 (TURMALIN) e dell'LFTI (modernizzazione del RUS-2), così chiese alla Fabbrica N. 465 un radar per il puntamento dell'artiglieria antiaerea, che prese il nome di NEPTUN. Tra la seconda metà del 1943 e i primi mesi del 1944 fu realizzato un prototipo con lunghezza d'onda di 1,5 m e potenza 150 kW; i test furono condotti sempre al NIZAP nell'autunno del 1944 con risultati soddisfacenti, quindi il

NEPTUN fu prodotto in serie, anche se ebbe poco impatto sulle vicende belliche. Fu usato ampiamente in campo meteorologico dopo la Seconda Guerra Mondiale.

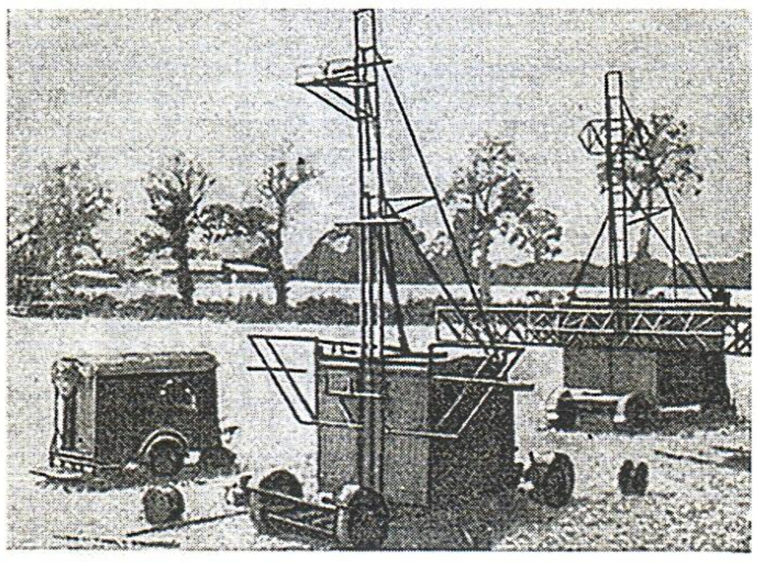
Il 20 marzo 1943 il GKO emise un decreto per la realizzazione di un nuovo radar per l'avvistamento lontano, con un range di scoperta di non meno di 130 km e di 70 per la guida degli intercettori; tra le altre richieste si dovevano fornire le 3 coordinate del bersaglio in meno di 25 secondi. A maggio il NII-20 iniziò lo sviluppo del radar BIRYUZA (Turchese) che alle prime prove dimostrò qualche problema. Una versione migliorata con 2 antenne distinte per azimut ed elevazione fu completata nell'agosto 1944, passando i test di accettazione in fabbrica a Mosca. Data la buona riuscita delle prove, il GAU richiese al GKO di iniziare subito la produzione del nuovo radar, che fu chiamato P-3; nell'ultimo quarto dell'anno furono quindi prodotti 14 sistemi, alcuni dei quali testati in condizioni operative al poligono NIZAP a gennaio-febbraio 1945. Anche se non influì particolarmente nell'esito del conflitto, il P-3 divenne uno dei principali sistemi di avvistamento lontano del dopoguerra; fu utilizzato anche durante la Guerra di Corea, venendo denominato DUMBO (in codice NATO).

Un passo importante per lo sviluppo dei radar durante il conflitto fu l'emissione il 4 luglio 1943 del decreto del GKO "sui radiolocalizzatori", che creava un apposito comitato per regolamentare ed uniformare i lavori sui radar; nell'immediato si davano ordini sul miglioramento dei sistemi esistenti e su come aumentarne la produzione. In questo modo le ricerche sui radiolocalizzatori furono in qualche modo razionalizzate da un'entità centrale piuttosto che essere lo spunto di soggetti diversi come GAU o PVO, spesso con requisiti in contrasto fra loro e sfruttando le stesse risorse.

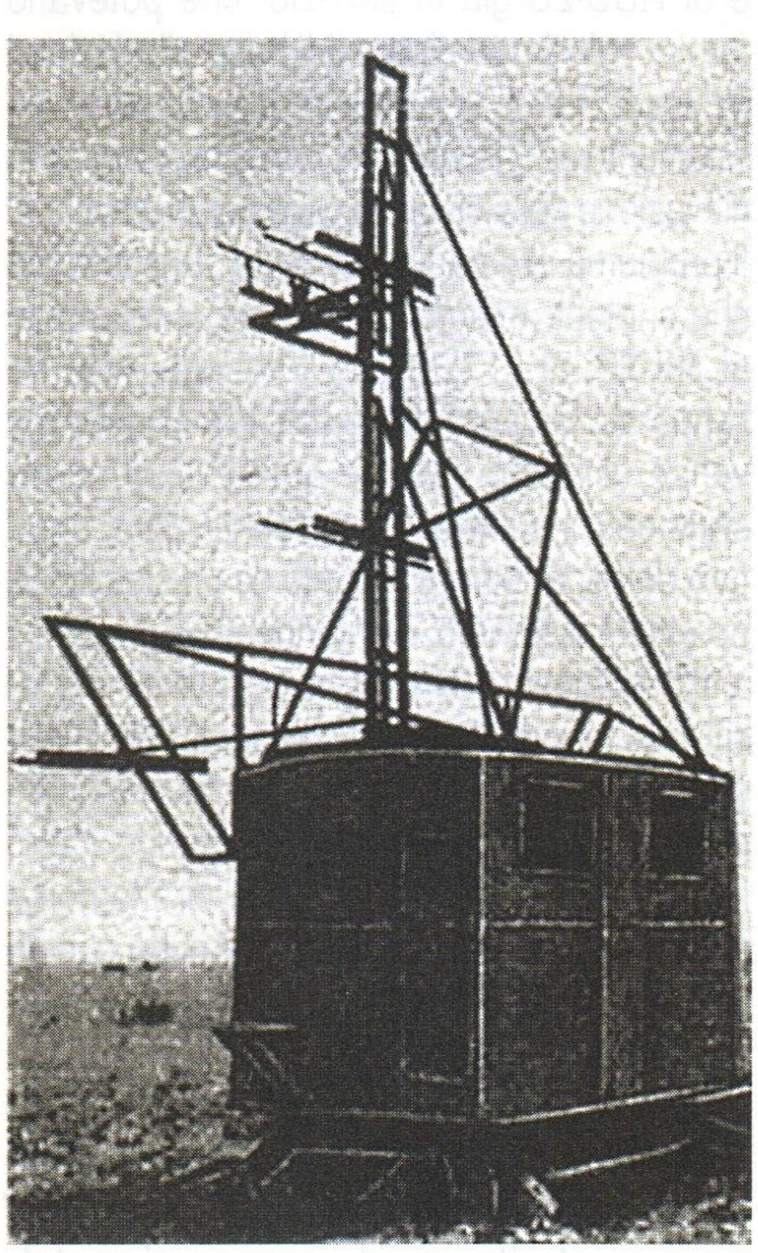
## I radar della Marina in combattimento

Dopo l'inizio della guerra l'incrociatore MOLOTOV, che aveva a bordo il radiolocalizzatore REDUT-K, venne utilizzato come stazione radar fissa contro gli attacchi aerei tedeschi nell'aerea di Sebastopoli; il 24 giugno 1941 furono installate delle linee telefoniche che dalla nave andavano direttamente al centro di difesa aerea, con i sistemi a bordo ancora gestiti da personale del NII-20. Fino ad ottobre la nave rimase a Sebastopoli, poi, una volta che gli aeroporti della Crimea caddero sotto controllo tedesco, si trasferì a Poti e quindi a Tuapse, sulla sponda orientale del Mar Nero. Il MOLOTOV ritornò a Poti alla fine del 1943, rimanendo sempre in tale località come postazione fissa. L'efficacia del REDUT-K installato a bordo del MOLOTOV si può riassumere nei 3.800 avvistamenti tra il 1º luglio 1941 e il 15 maggio 1942, mentre fino al 18 novembre 1943 ne furono rilevati altri 5.500.

Due RUS-2 erano comunque stati dispiegati a Sebastopoli ad agosto 1941 (nella versione iniziale a 2 antenne), di cui uno installato a Capo Fiolent a sud della città. Alla sua caduta un sistema fu distrutto per non farlo cadere in mano nemica, mentre il secondo fu trasportato ad Ananpa vicino a Novorossisk dove entrò a fare parte del sistema di difesa aerea del Mar Nero sulla costa caucasica, insieme al MOLOTOV; qui il radar ebbe un vasto impiego durante le incursioni aeree dell'aprile-maggio 1942. Sul posto 2 ricercatori (Lebedev e Sivtsov) decisero di trasformare il RUS-2 a doppia antenna in 2 sistemi a singola antenna, utilizzando anche le parti di ricambio a disposizione, in modo da raddoppiare il numero di radar disponibili. Uno dei radiolocalizzatori LiS-1 (dal nome dei ricercatori) fu impiegato a Novorossisk mentre l'altro fu dispiegato a Poti fino al febbraio 1943 quando fu spostato a Gelendzhik. Dopo la liberazione di Sebastopoli il radar tornò in questa città, dove rimase fino alla fine della guerra; per il loro contributo, a Lebedev e Sivtsov fu conferita la medaglia Stella Rossa.

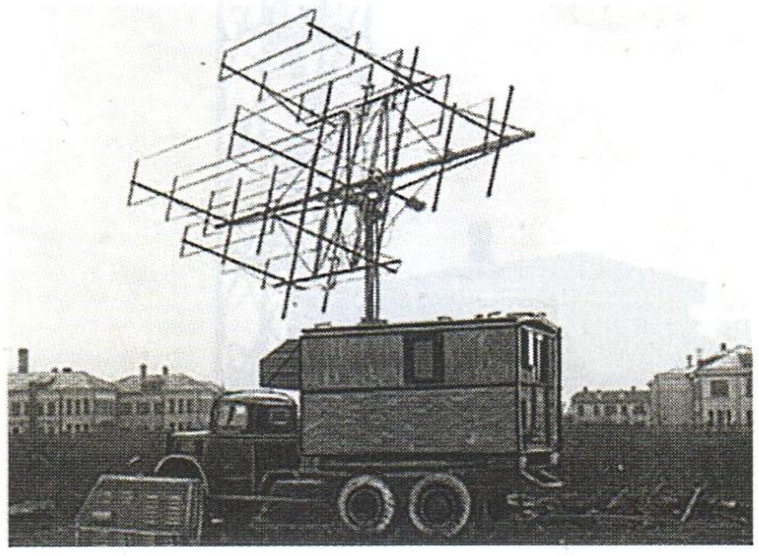


***L'illustrazione di un radar SON-2 tratta da un libro russo uscito al termine della guerra. Al centro si nota il sistema di ricezione, a destra la stazione di trasmissione e a sinistra il carrello con l'alimentazione elettrica.***



***La stazione di trasmissione del radar SON-2oT, la versione sovietica del radar inglese GL MK II.***

***Il tentativo di realizzare una versione semplificata del radar SON-2 portò al sistema TURMALIN, che però non entrò in produzione dati gli scarsi miglioramenti rispetto al predecessore.***



Nel 1943 il NII-20, dietro ordine del NIMIST, aveva iniziato le ricerche per una nuova stazione radar imbarcata; non si trattava di una versione migliorata del REDUT-K, ma di un diverso sistema operante a 1.5 m. A marzo 1944 il prototipo, denominato GYUYS (bandiera di bompresso), fu installato a bordo del cacciatorpediniere GROMKIY della flotta del Mare del Nord e testato in condizioni operative. I risultati furono definiti buoni e questo sistema divenne la base per lo sviluppo dei successivi GYUYS-1, GYUYS-1M, GYUYS-1M4, GYUYS-MB e GYUYS-2.

Il GYUYS-1 (1,4-1,5 m, 60-80 kW) fu testato a ottobre-dicembre 1944, riuscendo a localizzare corazzate a 15 km, incrociatori a 13 km e cacciatorpediniere a 9 km. L'errore nelle coordinate era 1,5-2º in azimut e 90-130 m per la distanza; ne fu decisa la produzione in serie visti i risultati positivi. Il successivo GYUYS-1M, con una migliore determinazione delle distanze, fu testato a bordo del cacciatorpediniere POLUKHIN della flotta del Baltico nel periodo 1-20 ottobre 1944; inizialmente una piccola preserie di GYUYS-1M venne prodotta entro la fine dell'anno per le navi delle flotte del Pacifico e del Nord, quindi fu adottato per la produzione di serie. Il GYUYS-MB invece aveva un sistema di controllo remoto e visualizzazione dati anche nella cabina di comando, che permetteva al Comandante della nave di seguire direttamente l'evoluzione della minaccia. L'ultimo GYUYS-2 fu testato all'inizio del 1945 a bordo del cacciatorpediniere OGNEVOY nel Mar Nero; i test furono positivi e anche questa versione fu accettata in servizio.

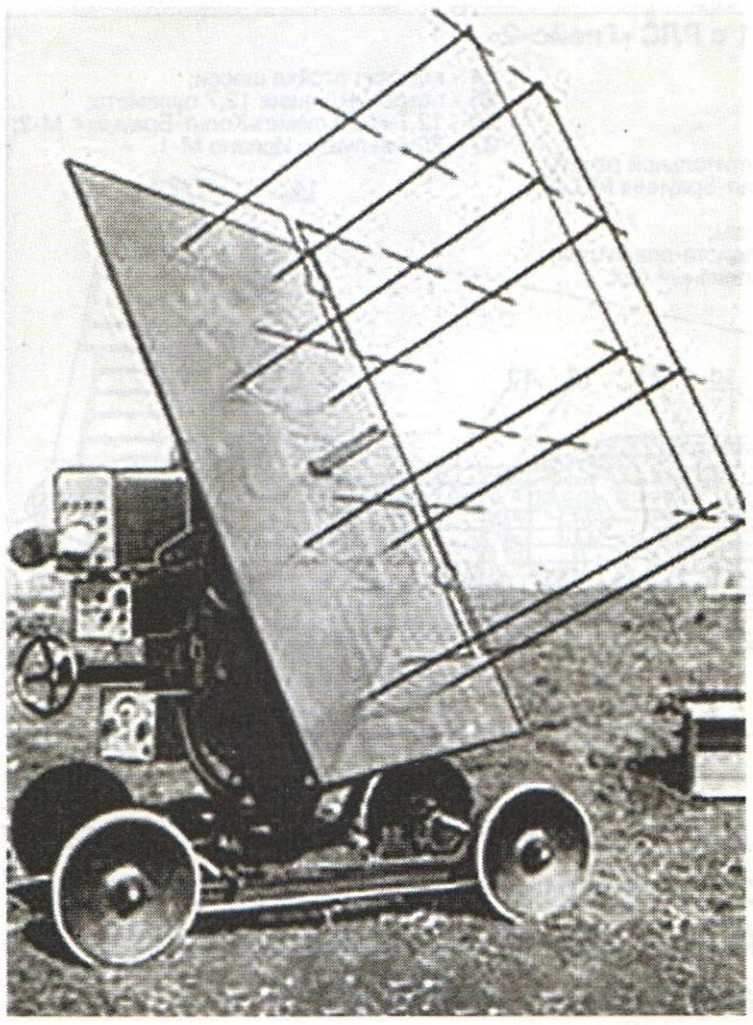
Oltre ai radar per la scoperta e il controllo aereo e navale, dalla seconda metà del 1943 furono sviluppati presso il NII-20 anche alcuni sistemi per il puntamento delle artiglierie antiaeree imbarcate. Nel 1944 l'istituto realizzò i sistemi YUPITER e MARS per incrociatori e MARS-2 e VYMPEL-2 per cacciatorpediniere, che diventarono operativi una volta passati i test di accettazione.

La Gran Bretagna consegnò anche dei radar navali all'Unione Sovietica, a partire dal Type 271 da 3 GHz per la ricerca lontana, che era

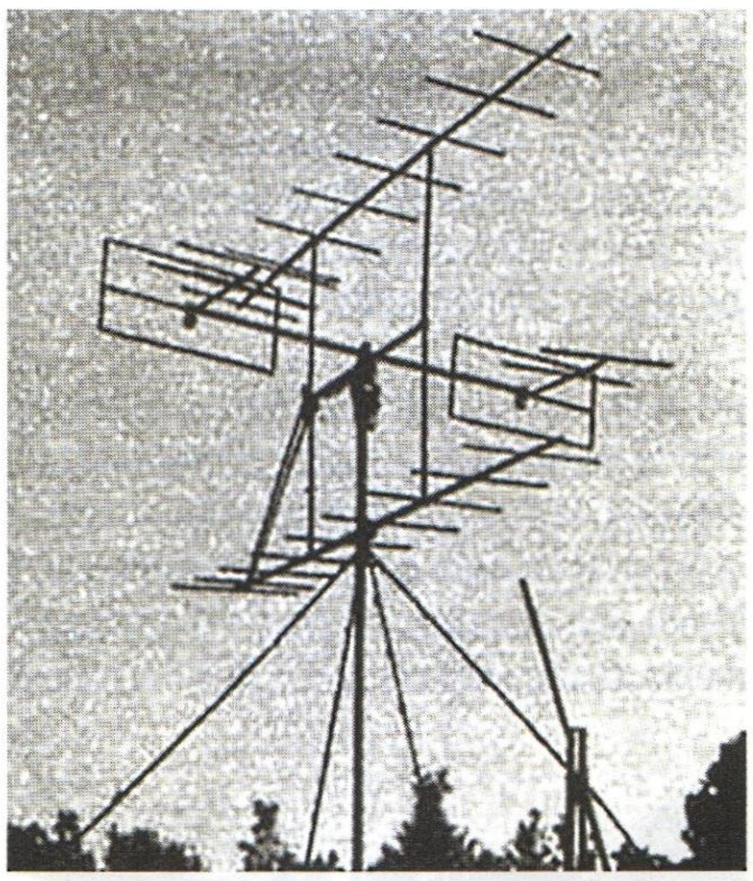
in uso fino dal settembre 1941 sulle navi di scorta inglesi. Alla fine del 1942 6 sistemi erano già stati consegnati per l'installazione su cacciatorpediniere russi; la maggiore preoccupazione degli Inglesi non era tanto la cessione di un valido sistema radar ad un Paese che fino a 2 anni prima era alleato dei Nazisti, quanto piuttosto l'aumento delle probabilità che i Tedeschi catturassero un Type 271 per poi sviluppare delle contromisure. Altri sistemi britannici consegnati durante la guerra furono i Type 281, 282, 284, 285, 286 e 291. Anche gli Stati Uniti fornirono radar navali all'URSS nell'ambito dell'iniziativa "Lend-Lease" ("Affitti e Prestiti"), inviando singoli apparati (SG, SF, SL e SO) oppure con questi già installati a bordo delle navi trasferite, come nel caso delle siluranti Vosper costruite su licenza negli USA e aventi a bordo i radar SO oppure dell'incrociatore leggero CL-5 MILWAUKEE che fu trasferito temporaneamente alla flotta russa nel 1944, con un radar SG a bordo.

## I radar per i velivoli da caccia notturna

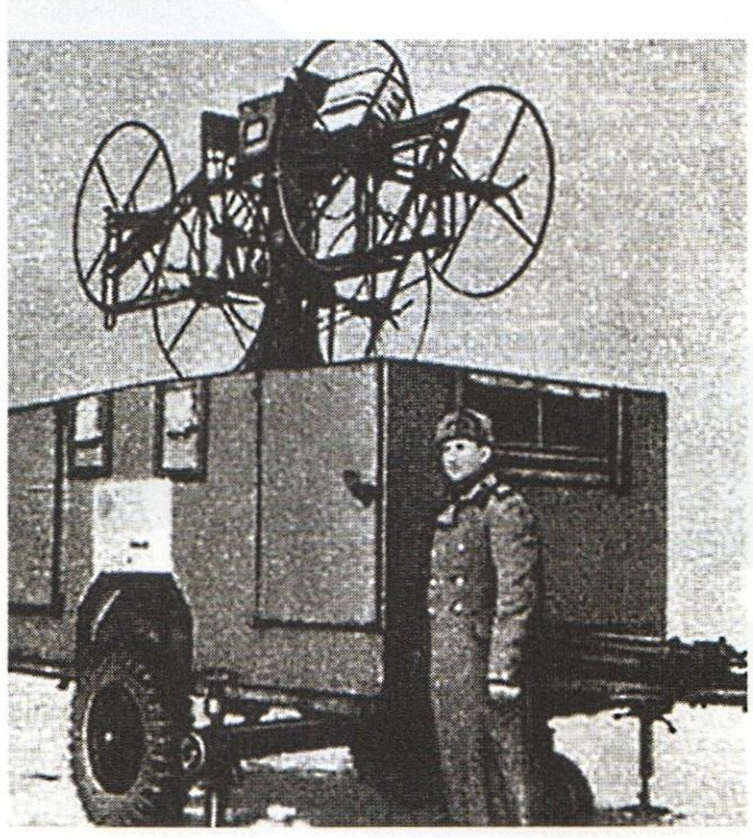
Un capitolo a parte riguarda lo sviluppo dei radar installati su velivoli; l'idea di equipaggiare in questo modo un aereo per la caccia notturna venne a S. A. Danilin del Centro di Ricerca dell'Aviazione Sovietica (NII-VVS), che alla fine del 1939 aveva assistito alle prove del REDUT a Leningrado. A metà del 1940 rappresentanti del NII-VVS si incontrarono con gli scienziati del NII-20 per discuterne la fattibilità, che fu ritenuta possibile anche se ci furono divergenze sulla lunghezza d'onda da utilizzare. Alcuni proponevano le onde centimetriche che permettevano apparati di minori dimensioni, peso e una maggiore accuratezza nella rilevazione, altri preferivano l'uso di onde metriche perché utilizzate in sistemi già funzionanti se non addirittura in produzione. Il peso rimaneva un problema: dato che i 500 kg previsti escludevano i caccia monomotore, la scelta obbligata fu un velivolo bimotore come il Petlyakov Pe-2, di cui da tempo ne era allo studio una versione da caccia a lungo raggio denominata Pe-3, con lo spazio interno per le bombe occupato da serbatoi e l'aumento dell'armamento frontale. L'inizio delle ostilità ne accelerò lo sviluppo, con i primi Pe-3 che entrarono in servizio a settembre 1941, presentando alcuni problemi che furono risolti con la successiva versione Pe-3 bis.
Per quanto riguardava i radar alla fine del 1940 la VVS aveva emesso i requisiti per il radiolocalizzatore, e in base a questi all'inizio del 1941 il NII-20 produsse il prototipo GNEISS-1 basato su tubi elettronici per onde centimetriche prodotti dal NII-9; quando nel luglio 1941 l'istituto fu evacuato a Mosca ci fu un ritardo nelle consegne che naturalmente coinvolse anche il GNEISS-1; successivamente il progetto venne abbandonato dato che non si sapeva quando i tubi sarebbero stati nuovamente disponibili.
La necessità per un radar aeroportato naturalmente rimaneva, dato lo stato di guerra con la Germania. Il NII-20 e la Fabbrica N. 339 iniziarono quindi i lavori sul nuovo GNEISS-2, con lunghezza d'onda di 1,5 m (200 MHz) e antenne piazzate sopra le ali del bimotore, con quella trasmittente da un lato e quelle riceventi dall'altro, in modo che la fusoliera facesse da schermo. La situazione industriale in seguito all'evacuazione creò un ritardo nelle ricerche, e solo a gennaio del 1942 il primo GNEISS-2 fu pronto per le prove di volo a bordo di un Pe-2 presso l'aeroporto di Sverdlovsk. I primi test verificarono un'eccessiva interferenza dovuta al suolo nel volo a bassa quota; questa si annullava solo sopra i 2.000 m. Un secondo problema riguardava la minima distanza di rilevazione, con un valore troppo alto che poteva far perdere il segnale radar prima del contatto visivo, mentre la massima distanza di rilevazione risultò di 4 km, che furono ritenuti accettabili. Lavorando in modo continuo con svariati tipi di antenne e sulla loro posizione sulle ali alla fine i vari problemi furono risolti, arrivando ad una portata minima di 300 m. A luglio 1942 i test di accettazione furono superati positivamente, anche se nel rapporto finale si sottolineava la necessità di migliorare l'affidabilità del sistema, dato che su 25 voli di prova in 5 di questi il radar non aveva funzionato.
Una piccola preserie di 15 GNEISS-2 fu realizzata subito dopo, andando ad equipaggiare alcuni Pe-2 e Pe-3 che furono inseriti nella difesa aerea di Mosca alla fine dell'anno, per poi essere trasferiti a Stalingrado all'inizio del 1943 per operare contro i trasporti che rifornivano l'armata assediata del Generale Paulus. Il GNEISS-2 fu adottato ufficialmente in servizio solo il 16 giugno 1943 mediante un decreto ministeriale, che, tra le altre cose, ordinava al NII-20 la produzione di un elevato numero di sistemi oltre al ritorno dell'istituto ad ovest. In totale furono prodotti circa 230 GNEISS-2 durante la guerra, alcuni dei quali montati per prove su monomotori come Yak-9, Yak-3, La-5 e Il-2, ma senza un impiego operativo.
Il Pe-2/3 rimaneva comunque un aereo non del tutto ideale per la caccia notturna, e dovendo scegliere un sostituto il migliore candidato a disposizione era il Douglas A-20 BOSTON/HAVOC, prodotto negli Stati Uniti e inviato in Unione Sovietica attraverso i soliti contratti di cessione di materiale militare. L'A-20 era già stato modificato negli USA nella versione P-70 da caccia notturna, anche se senza risultati apprezzabili, ma in Russia risultava comunque un aereo dotato di una valida strumentazione per il volo notturno e di un ottimo controllo in decollo e atterraggio, oltre ad avere ampio spazio a bordo per l'installazione degli apparati di radiolocalizzazione.
Un GNEISS-2 fu quindi installato a bordo di un BOSTON III inglese e provato dal 27 gennaio al 20 giugno 1943 insieme ad un sistema radar a terra che lo guidava durante la prima parte dell'intercettazione. Dai 51 voli effettuati risultò che la maggiore probabilità di successo si verificava nell'attacco dal retro (80% di successi),

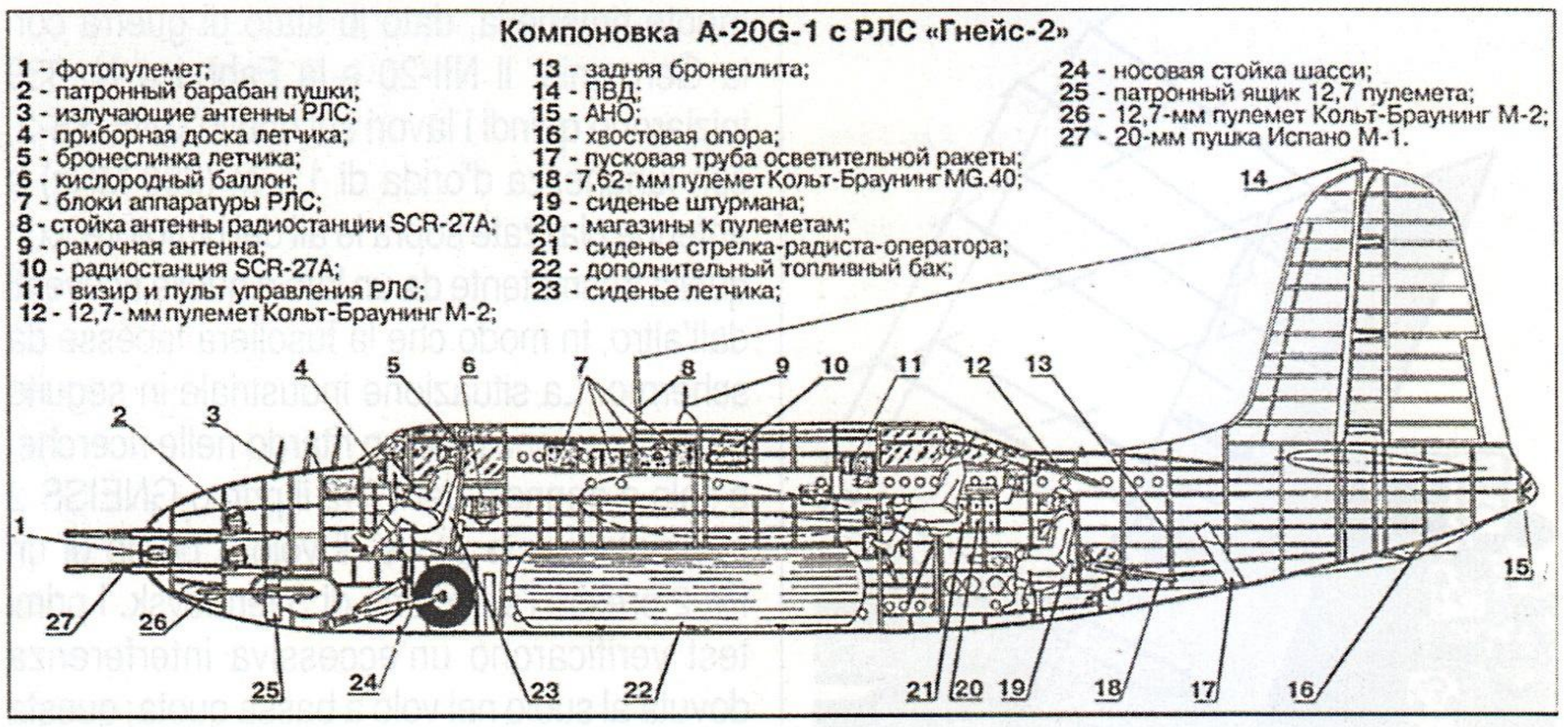


***Il sistema sperimentale GNEISS-3, sviluppato dall'Istituto Industriale dell'Asia Centrale e quindi dal NIIIS una volta che il primo fu evacuato ad est per l'avanzata tedesca. Di questo particolare radar ne furono prodotti solo pochi esemplari.***



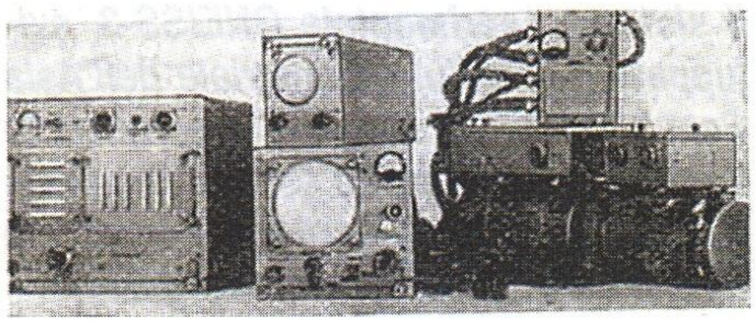
***Sopra: le antenne del sistema radar P-3. Sotto: per ovviare ai problemi di altri sistemi, il GAU nel 1943 chiese alla Fabbrica N. 465 di progettare un radar che fu denominato NEPTUN; prodotto in serie prima del termine del conflitto ebbe però poco impiego nelle operazioni.***





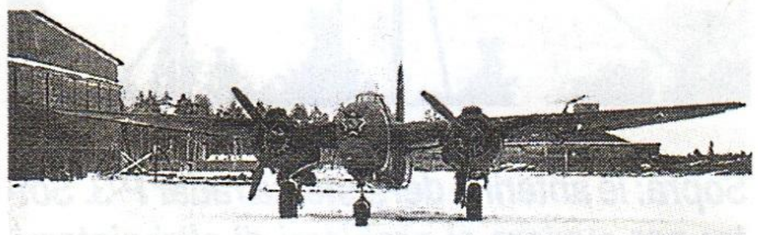

***Sezione di un caccia notturno basato sul Douglas A-20G HAVOC dotato del radar GNEISS-2. I numeri 3, 7 e 21 corrispondono rispettivamente alle antenne, ai sistemi radar di bordo ed all'operatore che li controllava in volo. Il numero 22 indica il serbatoio installato nella stiva bombe originaria per aumentare l'autonomia del caccia.***

ma tutto dipendeva nell'addestramento del personale a terra che inviava le informazioni al velivolo fino a che il bersaglio non entrava nel range del GNEISS-2 a bordo.
In quel momento era in consegna la versione migliorata A-20G-1, dotata di 4 cannoni da 20 mm in caccia, che divenne la scelta ottimale per l'installazione dei radar; questi furono montati sugli aerei dalla Fabbrica N. 81 a Monino vicino Mosca, specializzata nella trasformazione di velivoli stranieri. Per aumentare l'autonomia del volo fu installato anche un serbatoio di benzina da oltre 1.000 l nella stiva bombe del velivolo.
Con questi aerei furono riequipaggiati il 45º e il 173º Reggimento della Dalnyaya Aviatsiya (l'aviazione sovietica a lungo raggio) che aveva già esperienza con i BOSTON/HAVOC; durante l'addestramento una piccola unità fu trasferita nell'area di Konotop per intercettare i bombardieri che attaccavano di notte le linee di rifornimento russe che supportavano l'avanzata verso Kiev, ma non ci furono abbattimenti data l'impreparazione degli equipaggi. Solo a maggio 1944 l'addestramento fu completato e i reggimenti trasferiti prima a Orel e poi a Minsk;



***Gli apparati di bordo che costituivano il radar da caccia notturna GNEISS-5. Si noti al centro in alto la piccola scatola con un secondo tubo catodico che serviva al pilota per avere un'informazione diretta sulla posizione del bersaglio.***

per tutto il resto dell'anno non si ottennero vittorie aeree, data la scarsa interazione tra i velivoli in volo e i posti di controllo a terra, a volte asserviti solo da strumentazione ottica invece che da radar. Nel caso del 45º Reggimento, su 650 voli operativi, solo in 4 occasioni



***Un Douglas A-20G-1 HAVOC americano assegnato all'Unione Sovietica per la legge "Lend-Lease" ("Affitti e Prestiti"), su cui è stato installato il radar GNEISS-3 per la caccia notturna di cui si notano le antenne sulle ali.***

si arrivò ad attaccare un velivolo nemico, ma senza riuscire ad abbatterlo.
La situazione cambiò a marzo 1945, quando un gran numero di truppe tedesche fu circondato nell'assedio di Breslau; l'unica via per i rifornimenti era quella aerea, mediante velivoli che paracadutavano materiali di ogni genere e alianti da trasporto. Il 173º Reggimento fu trasferito nel vicino aeroporto di Rudniki e da qui iniziò le operazioni asservito da 2 radar al suolo. In 10 giorni il reparto effettuò 65 voli operativi abbattendo 2 alianti, che erano stati subito sganciati dall'aereo trainante una volta sotto il fuoco del caccia. I buoni risultati convinsero a spostare anche il 45º Reggimento e ad inviare sul posto altri 2 radar, tra cui un nuovissimo P-3. Nei successivi 45 giorni furono effettuati 246 voli, durante 68 dei quali ci fu contatto con i velivoli tedeschi, anche se solo in 11 casi con la guida radar da terra e in altri 8 con il solo ausilio del GNEISS-2 a bordo. Gli abbattimenti non furono elevati (2 Heinkel He-111 e un terzo aliante), ma in molti casi la presenza dei caccia notturni fece abortire le missioni di rifornimento. Alla fine del conflitto l'HAVOC da caccia notturna rimase in servizio fino al 1947 quando fu sostituito dal Tupolev Tu-2 dotato di radar GNEISS-5.
Lo sviluppo di quest'ultimo era iniziato nel 1944 da parte del NII-20, con tubi elettronici più affidabili e una circuiteria semplificata, che gli permettevano di arrivare a 7 km come range massimo. Un'altra miglioria era un piccolo strumento che era inserito nel cruscotto del pilota in modo da indicargli la posizione dell'aereo nemico e aiutarlo nell'intercettazione, piuttosto che seguire solo le indicazioni dell'operatore radar. Il GNEISS-5 entrò in servizio nel 1945. Da questi sistemi per la caccia notturna nel 1943 fu realizzato per la Marina Sovietica il radar GNEISS-2M da utilizzare nella ricerca del naviglio nemico. A parte l'antenna, con una forma adattata al nuovo impiego, il resto della strumentazione era molto simile a quella del GNEISS-2; il nuovo radar ebbe i primi impieghi operativi con le flotte del Mar Nero e del Nord. Nel 1944 fu realizzata la versione migliorata GNEISS-5M, con antenna montata lateralmente alla fusoliera e che superò i test statali per l'ammissione in servizio alla fine dell'anno e durante i quali si evidenziò che il sistema era in grado di rilevare navi da 10,5 a 36 km a seconda delle loro dimensioni. Per ordine del Commissariato della Marina in data 19 aprile 1945 il GNEISS-5M fu inserito in servizio.

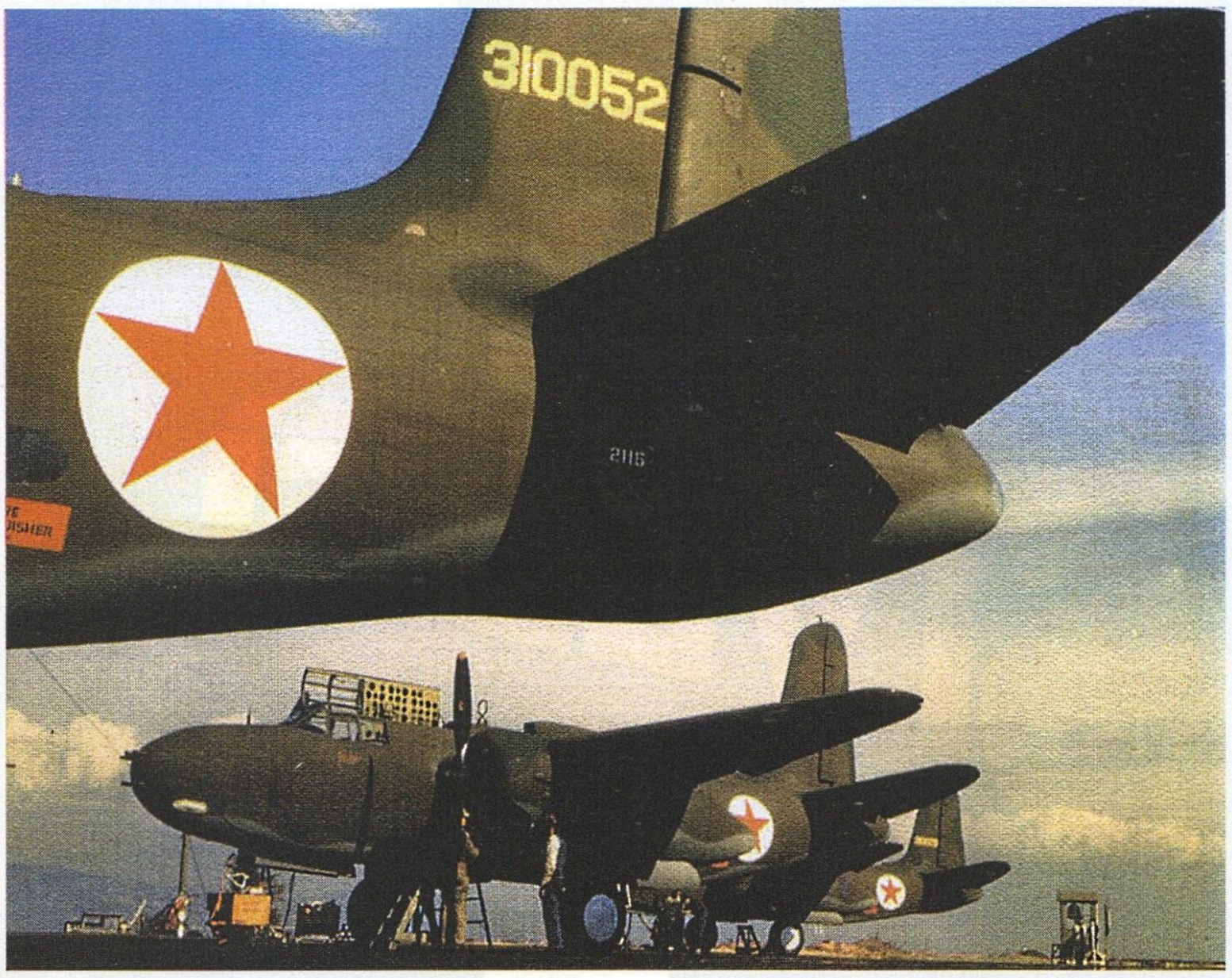
## Conclusioni

Nonostante gli sforzi dell'industria sovietica, il numero di radar prodotti localmente fu comunque limitato rispetto a quanto realizzato dagli altri principali belligeranti; i primi sistemi soffrirono del ritardo tecnologico dell'industria sovietica, anche se non mancarono idee e soluzioni interessanti. L'uso dei radar fu comunque limitato anche per l'assenza di una vera forza strategica della Luftwaffe, che

dopo la Battaglia d'Inghilterra non fu più in grado di assicurare un numero di bombardieri adeguato, al contrario di quanto fatto da Britannici e Americani in Europa e nel Pacifico. I radiolocalizzatori andarono a proteggere le città più importanti o altri centri industriali, e influirono poco sull'attività dell'Aviazione sovietica impiegata particolarmente a supporto delle truppe di terra. Tra gli altri eventi che influirono negativamente sullo sviluppo dei radiolocalizzatori sovietici bisogna ricordare le purghe che imperversarono nel Paese alla fine degli anni '30 colpendo anche l'ambiente della ricerca scientifica.

Per quanto riguarda la difesa aerea della nazione al PVO fu attribuito il 10% degli aerei tedeschi abbattuti, nonostante le ingenti risorse impiegate; di questo numero il 64% fu rivendicato dalla fine del 1942, quando ormai lo sforzo strategico germanico contro le città russe si era praticamente concluso. Da questo punto in poi le richieste del PVO andarono verso un aumento del numero di cannoni, munizioni e centrali di tiro ottiche, perdendo l'iniziale interesse per i radar.

All'interno delle forniture di materiale bellico da parte degli alleati ci furono anche discrete quantità di radar, che compresero, oltre ai 302 GL Mk-II inglesi già menzionati, anche 44 GL Mk-III, primo sistema con magnetron centimetrico ad essere ceduto all'URSS. In precedenza erano stati consegnati anche alcuni radar di provenienza americana, tra cui 25 SCR-268 per il puntamento di batterie antiaeree, 15 SCR-545 per la ricerca, il tracking e il controllo del fuoco, e 49 SCR-584 verso la fine del conflitto. Questi ultimi erano lo stato dell'arte dei radar per il controllo automatico delle batterie antiaeree e pur non avendo un impatto sui sistemi sovietici derivati da quelli esteri come quelli inglesi furono anch'essi oggetto di reverse engineering, copiati e realizzati in una versione locale denominata SON-4, utilizzata largamente dopo la guerra (WHIFF in codice NATO). A parte la maggiore sofisticazione dei radar americani, durante la guerra gli Stati Uniti produssero un numero di radar per il puntamento delle artiglierie 40 volte maggiore di quello realizzato in Unione Sovietica, mentre per quanto riguarda quelli di avvistamento il rapporto fu di 4 a 1. Buona parte delle tecnologie centimetriche utilizzate alla fine del conflitto furono copiate da sistemi inglesi o statunitensi, dato che i radar tedeschi catturati avevano caratteristiche inferiori. Solo dall'inizio degli anni '50 l'Unione Sovietica iniziò la produzione di sistemi locali con caratteristiche simili, se non superiori, a quelle dei passati alleati.




***Alcuni bimotori Douglas A-20G forniti dagli USA in conto "Lend-Lease". Il radar GNEISS-3 veniva installato dalla Fabbrica n.81 di Monino.***

***Il radar GNEISS-2 per la caccia notturna installato a bordo di un Petlyakov Pe-2 durante i test nel 1942. Si possono intravedere le antenne che spuntano dalla superficie dell'ala, oltre a quelle installate di fronte al parabrezza del pilota.***

© Riproduzione riservata

***A sinistra: un radar inglese GL MK III per il puntamento delle batterie antiaeree. Di questo sistema a onda centimetrica furono inviati 44 esemplari in Unione Sovietica. A destra: vista esterna di un radar americano SCR-584, uno dei migliori sistemi per il puntamento dell'artiglieria antiaerea durante la Seconda Guerra Mondiale. Inviato in una cinquantina di esemplari in Unione Sovietica, ne fu tratta una copia locale denominata SON-4 che fu utilizzata anche durante la Guerra del Vietnam.***

# SE SEI SUPER SI VEDE!

## Abbonamento Italia

**ABBONAMENTO STANDARD**
Spedizione in abbonamento postale

- ○ **1 ANNO** € 55,00 — ○ con raccoglitore € 69,00
- ○ **2 ANNI** € 104,00 — ○ con 2 raccoglitori € 123,00

**ABBONAMENTO PLUS (veloce)**
Consegna in 6 giorni lavorativi

- ○ **1 ANNO** € 95,00 — ○ con raccoglitore € 109,00

**ABBONAMENTO VIP (super-rapido)**
Consegna in 24/48 ore (1-2 giorni lavorativi)

- ○ **1 ANNO** € 130,00 — ○ con raccoglitore € 144,00

## Abbonamento Estero

**EUROPA**
**1 ANNO** € 103,00
**2 ANNI** € 190,00

**RESTO DEL MONDO**
**1 ANNO** € 130,00
**2 ANNI** € 250,00

## Per sottoscrivere l'abbonamento

**Visita il nostro sito www.rid.it per abbonarti on-line,
oppure compila il coupon ed invialo (con gli allegati richiesti) a:
GIORNALISTICA RIVIERA S.C., Via Martiri della Liberazione 79, 16043 Chiavari (GE)
Tel. 0185 / 30.86.06 - 30.91.71 - Fax 0185 / 30.90.63 - E-mail: ordini@rid.it**

## Completa la tua collezione!

Richiedi gli arretrati mancanti alla tua collezione direttamente sul sito www.rid.it oppure telefonando o scrivendo a:

Giornalistica Riviera S.C.
Via Martiri della Liberazione 79
16043 Chiavari (GE)
Tel.: 0185.308606 / 309171
Fax: 0185.309063
E-mail: ordini@rid.it

Dall'Italia (€ 12,00) si può pagare tramite bonifico (IBAN: IT12J0503431950000000002978) assegno di c.c. bancario o postale, vaglia postale o versamento sul c.c.p. n° 16031163 intestati a Giornalistica Riviera S.C., specificando la causale del versamento.
Dall'estero (Europa € 16,00 - Resto del mondo € 20,00) pagamento solo tramite bonifico o vaglia postale internazionale.

Desidero sottoscrivere il seguente abbonamento al mensile RID - RIVISTA ITALIANA DIFESA:

ABBONAMENTI ITALIA

**Abbonamento Standard**
- ○ 1 ANNO € 55,00
- ○ 1 ANNO (con omaggio) € 69,00
- ○ 2 ANNI € 104,00
- ○ 2 ANNI (2 omaggi) € 123,00

**Abbonamento Plus**
- ○ 1 ANNO € 95,00
- ○ 1 ANNO (con omaggio) € 109,00

**Abbonamento VIP**
- ○ 1 ANNO € 130,00
- ○ 1 ANNO (con omaggio) € 144,00

ABBONAMENTI ESTERO

**Europa**
- ○ 1 ANNO € 103,00
- ○ 2 ANNI € 190,00

**Resto del mondo**
- ○ 1 ANNO € 130,00
- ○ 2 ANNI € 250,00

Per il pagamento della suddetta cifra accludo:

- ○ assegno di c.c. bancario/postale intestato a Giornalistica Riviera S.C. (solo dall'Italia)
- ○ bonifico su c.c. Bancario intestato a Giornalistica Riviera S.C. IBAN: IT12J0503431950000000002978
- ○ copia versamento sul c.c.p. n° 16031163 intestato a Giornalistica Riviera S.C. (solo dall'Italia)
- ○ copia vaglia postale intestato a Giornalistica Riviera S.C.

I suoi dati non saranno diffusi a terzi e saranno conservati da Giornalistica Riviera S.C. nel rispetto del DLGS 196/2003 sulla tutela dei dati personali. Se non desidera ricevere ulteriori comunicazioni ed eventuali offerte, barri la casella a lato. ○

Nome e Cognome _____

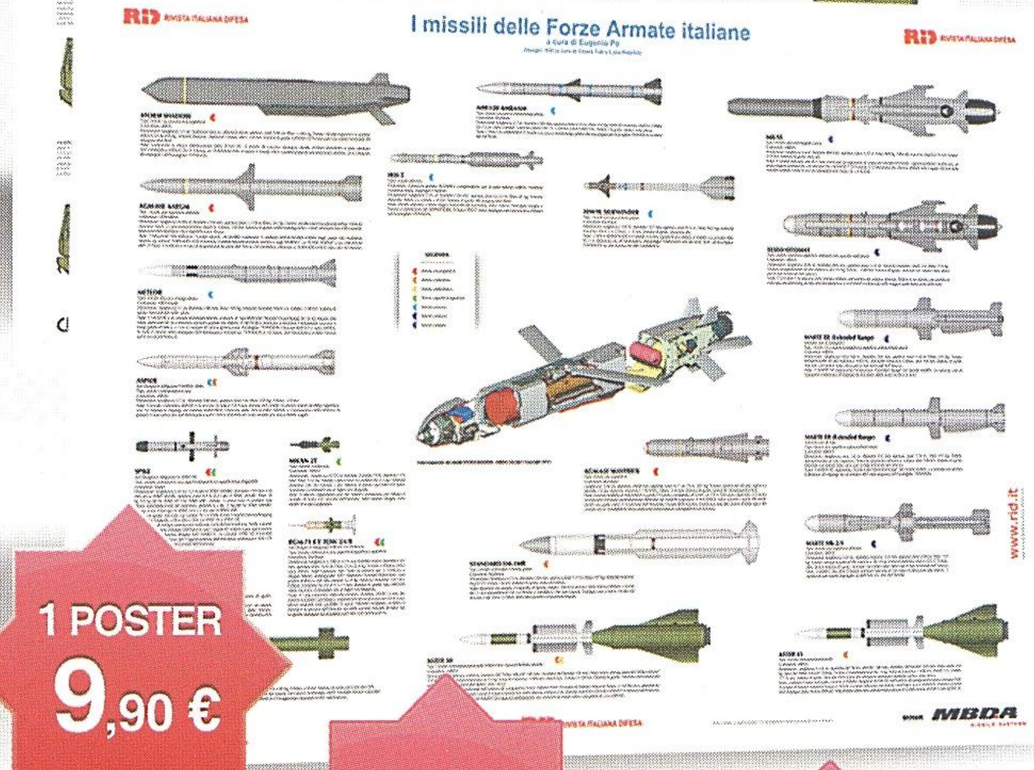
Via/Piazza _____ n° _____

C.A.P. _____ Città _____ Prov. _____ Tel. _____

E-mail _____ Firma _____ Il mio abbonamento inizierà con il n° ____

# UN'OPERA DA INCORNICIARE

**I principali mezzi corazzati dell'Esercito Italiano**
**Le principali unità della Marina Militare**
**I principali mezzi ruotati dell'Esercito Italiano**
**100 anni di Aviazione Navale**
**I missili delle Forze Armate italiane**
**Elicotteri e convertiplani AgustaWestland -2020**



1 POSTER 9,90 €

2 POSTER 14,90 €

3 POSTER 18,90 €

4 POSTER 22,90 €

5 POSTER 25,90 €

6 POSTER 28,90 €

**I poster saranno inviati non piegati e dentro ad un tubo protettivo**

## INCLUSE SPESE di SPEDIZIONE!

**1 POSTER € 9,90** INCLUSE SPESE DI SPEDIZIONE (*)
**2 POSTER € 14,90** INCLUSE SPESE DI SPEDIZIONE (*)
**3 POSTER € 18,90** INCLUSE SPESE DI SPEDIZIONE (*)
**4 POSTER € 22,90** INCLUSE SPESE DI SPEDIZIONE (*)
**5 POSTER € 25,90** INCLUSE SPESE DI SPEDIZIONE (*)
**6 POSTER € 28,90** INCLUSE SPESE DI SPEDIZIONE (*)

**ogni poster supplementare € 3,00**

**(*) Condizioni soggette alla spedizione in Italia con pagamento anticipato.**

**Per eventuali spedizioni in contrassegno, supplemento € 10,00**

**Supplemento per spedizioni all'ESTERO**
**(solo pagamento anticipato): Europa € 8,00**
**Resto del mondo € 15,00**
**oltre al costo del poster**

**ORDINA anche scrivendo a ordini@rid.it**

Nome _____ Cognome _____
Indirizzo _____
Città _____ CAP _____ Prov. _____

Desidero ricevere:
n° ___ POSTER "I Principali mezzi corazzati dell'Esercito Italiano"
n° ___ POSTER "Le Principali unità della Marina Militare"
n° ___ POSTER "I Principali mezzi ruotati dell'Esercito Italiano"
n° ___ POSTER "100 anni di Aviazione Navale"
n° ___ POSTER "I missili delle Forze Armate italiane"
n° ___ POSTER "Elicotteri e convertiplani - 2020"

□ Allego bollettino di versamento sul c.c.p. n. 16031163 intestato a GIORNALISTICA RIVIERA S.C.
□ Allego attestato di bonifico sul c.c. bancario intestato a GIORNALISTICA RIVIERA S.C

IBAN: IT12J0503431950000000002978
□ Pagherò in contrassegno

Firma _____

Iveco - Oto Melara

# CENTAURO II

## REDEFINING EXCELLENCE

A full range of armoured vehicles
fulfilling the operational requirements
of the 21st century backed by Iveco D.V.
and Leonardo hitech know-how

IVECO
DEFENCE VEHICLES

LEONARDO
DEFENCE SYSTEMS

www.iveco-otomelara.com